

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

## Pilvipalvelut ja niiden vertailu

Henri Heiska

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelman opinnäytetyö  
Web-asiantuntijan suuntautumisvaihtoehto  
Tradenomi

TORNIO 2012

## TIIVISTELMÄ

Heiska, Henri. 2012. Pilvipalvelut ja niiden vertailu. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Kaupan ja kulttuurin toimiala. Sivuja 60.

Pilvipalvelussa tietokoneen sovellukset, osa laitteistoa tai muut palvelusuoritteet hankitaan internetistä, eli vuokrataan pilvestä ja ne sijaitsevat verkossa. Sitä voidaan myös ajatella toimintamalliksi, jolla pääsee kustannussäästöihin ja se mahdollistaa fyysisistä konesaleista luopumisen. Pilvipalvelut ovat nykypäivänä vahvassa kasvussa ja alkavat yleistyä yritysmaailmassa.

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä pilvipalveluihin, määritellä pilvipalvelu käsitteenä ja perehtyä myös käsitteisiin IaaS (Infrastructure as a Service), SaaS (Software as a Service) ja PaaS (Platform as a Service). Työssä perehdytään tarkemmin siihen, mitä pilvipalvelut ovat ja niiden hyötyihin ja haittoihin. Opinnäytetyössä vertaillaan myös kolmea eri pilvipalveluntarjoajaa, Amazon Web Serviceä, Herokua, Zohoa, ja niiden soveltuvuutta pienille tai keskisuurille yrityksille.

Vertailussa tarkastellaan, miten nämä pilvipalveluntarjoajat eroavat toisistaan ominaisuuksiltaan ja hinnoittelultaan.

Työn tuloksissa selvitetään pilvipalveluntarjoajien soveltuvuus, palveluiden käyttötarkoitus ja hinta. Tulokset voivat helpottaa yrittäjiä valitsemaan heille soveltuvan pilvipalveluntarjoajan.

Opinnäytetyö perustuu pääosin lähdemateriaaliin. Lähdemateriaalina käytettiin suomenkielisiä ja englanninkielisiä teoksia ja artikkeleita.

Asiasanat: pilvipalvelut, virtualisointi, joustavuus

## ABSTRACT

Heiska, Henri. 2012. Cloud computing and comparison of cloud service providers. Bachelor's Thesis. Kemi-Tornio University of Applied Sciences. Business and Culture. Pages 60.

In cloud computing, computing resources such as applications or parts of the hardware are acquired from the internet, or in other words from the cloud. It can also be seen as a method, which enables cost-savings and allows abandoning physical data centers. Cloud services are growing rapidly today, and are becoming more common in the business world.

The primary objectives of this thesis are to be acquainted with the idea of cloud computing, define cloud computing as a concept as well as explore the concepts IaaS (Infrastructure as a Service), SaaS (Software as a Service) and PaaS (Platform as a Service). This thesis also compares three different cloud computing platforms, i.e. Amazon Web Services, Heroku and Zoho, and their suitability for small to medium sized enterprises.

In the comparison part of this thesis, the features and prices of the aforementioned cloud platforms are compared with one another. The results address the suitability, purpose and pricing of each cloud platform. These results may help entrepreneurs with choosing a suitable cloud platform to suit their needs.

This thesis is written mainly to be based on source material. Finnish and English books and articles are used as sources of references.

Keywords: cloud computing, virtualization, flexibility

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Työn lähtökohta ja tavoitteet.....	6
1.2 Työn toteutus ja menetelmät .....	7
1.3 Keskeiset käsitteet.....	7
2 PILVIPALVELUT .....	10
2.1 Mitä pilvipalvelut ovat? .....	10
2.2 Pilvipalveluiden historia.....	12
2.3 Pilvityypit.....	13
2.4 Palveluiden pääluokat .....	16
2.4.1 Sovelluslusta palveluna – PaaS.....	16
2.4.2 Infrastruktuuri palveluna – IaaS .....	17
2.4.3 Sovellukset palveluna – SaaS .....	17
2.4.4 Vertailu .....	18
2.5 Pilvipalveluiden hyödyt yrityksille .....	21
2.6 Pilvipalveluiden heikkoudet, riskit ja tietoturva yrityksille .....	23
3 AMAZON WEB SERVICES .....	28
3.1 Elastinen pilvilaskenta - Amazon EC2 .....	28
3.2 Elastinen kuormantasaaja - Elastic Load Balancing .....	30
3.3 Autoskaalaus - Auto Scaling.....	30
3.4 Elastinen lohkotallennus - Elastic Block Store .....	30
3.5 Yksinkertainen varastopalvelu - Simple Storage Service (Amazon S3).....	31
3.6 Pilvivahti – Amazon CloudWatch .....	32
3.7 Mekaaninen Turkkilainen – Amazon Mechanical Turk .....	32
3.8 Muut palvelut .....	33
4 HEROKU .....	34
4.1 Tietokannat.....	35
4.2 Palvelut.....	36
4.3 Lisäosat .....	36
5 ZOHO.....	38
5.1 Tarjotut SaaS-palvelut.....	39
5.1.1 Kollaboraatio-sovellukset .....	39
5.1.2 Liiketoimintasovellukset.....	39
5.1.3 Tuottavuussovellukset .....	40

5.2 Zoho Creator .....	40
6 VERTAILU.....	42
6.1 Hinnat.....	42
6.1.1 Amazon Web Services.....	42
6.1.2 Heroku .....	47
6.1.3 Zoho .....	49
6.2 Ominaisuudet .....	50
7 YHTEENVETO .....	52
7.1 Amazon Web Services .....	53
7.2 Heroku.....	54
7.3 Zoho .....	54
LÄHTEET.....	56

## 1 JOHDANTO

Pilvipalvelussa tietokoneen sovellukset, osa laitteistoa tai muut palvelusuoritteet hankitaan internetistä, eli vuokrataan pilvestä ja ne sijaitsevat verkossa. Sitä voidaan myös ajatella toimintamalliksi, jolla pääsee kustannussäästöihin ja se tekee mahdolliseksi luopumisen fyysisistä konesaleista. Pilvipalvelut ovat nykypäivänä vahvassa kasvussa ja yleistyvät yritysmaailmassa. Yritysmaailmassa pilvipalvelut ovat herättäneet paljon huomiota, mutta epäilijöitäkin on. Pilvi tarkoittaa käytännössä internetiä. Pilvipalvelua voidaan nimittää tämän vuosikymmenen trendiksi.

Pilvipalvelun tekee houkuttelevaksi sen nopea käyttöönotto, huokea hinta verrattuna fyysisiin konesaleihin ja lähes rajaton kapasiteetti. Pilvipalvelut ovat myös yleensä itsepalvelullisia, joten kommunikointia ei juurikaan palveluntarjoajan kanssa tarvita.

Vuonna 2012 on selvää, että pilvipalvelut sopivat mainiosti yrityksille kokoon katsomatta. Pienille yrityksille pilvipalvelut ovat hyvä vaihtoehto, koska yritystä perustettaessa ei tarvitse tehdä suuria investointeja, vaan konesalit ja palvelut voidaan vuokrata suoraan ”pilvestä”, maksetaan vain siitä, mitä tarvitaan ja käytetään.

Pilvipalvelut aiheena on erittäin ajankohtainen ja se on tärkeä tulevaisuudessa menestystä ja säästöjä haluavalle IT-yritykselle.

### 1.1 Työn lähtökohta ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä pilvipalveluihin, määritellä pilvipalvelu käsitteenä ja perehtyä myös käsitteisiin IaaS (Infrastructure as a Service), SaaS (Software as a Service) ja PaaS (Platform as a Service). Pilvipalveluiden yleistyessä työllä pyritään tarkemmin selittämään, mitä pilvipalvelut ovat ja myös mitä pilvipalveluiden hyödyt ja haitat ovat. Opinnäytetyössä vertailtiin myös kolmea eri pilvipalveluntarjoajaa, Amazon Web Serviceä, Herokua, Zohoa ja niiden soveltuvuutta pienille tai keskisuurille yrityksille. Opinnäytetyön toivotaan helpottavan yrityksen pilvipalveluntarjoajan valintaa.

Pilvipalvelut aiheena alkoi kiinnostaa minua, koska tästä uudesta palvelusta ei ole kovinkaan paljoa tietoa. Aihe kiinnosti myös sen takia, koska pilvipalvelut ovat hieman epäselviä useille tai niistä ei ole juuri kuultu. Pääsyynä aiheen valinnalle oli pilvipalveluiden ajankohtaisuus. Vertailukohteiksi valittiin nämä tietyt kolme pilvipalveluntarjoajaa. Amazon Web Services on yksi ensimmäisistä ja isoimmista pilvipalveluntarjoajista. Heroku ja Zoho valittiin sen takia, että nämä kaksi eivät ehkä ole tunnettavuudessaan Amazonin tasolla, mutta kuitenkin molemmilla palveluilla on miljoonia asiakkaita. Kaikkia kolmea palvelua myös yhdistää se, että niitä voi kokeilla osittain ilmaiseksi.

## 1.2 Työn toteutus ja menetelmät

Tavallisesti tutkimustyöllä tuotetaan uutta tietoa, jolla olisi käyttöä tieteellisesti tai käytännöllisesti. Työn toteutus voidaan jakaa esitutkimukseen, määrittelyyn, suunnitteluun ja toteutukseen.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin kirjallisuuteen perustuvaa ns. kirjoituspöytätyötutkimusta. Tietoja kerättiin lukemalla lähdemateriaalia internetistä, kirjoista ja lehdistä.

Tutkimusongelmiksi määriteltiin kaksi kysymystä:

- Mikä pilvipalveluntarjoaja kolmesta vaihtoehdosta tarjoaa laajimmat ominaisuudet yrityksille?
- Mikä kolmesta pilvipalveluntarjoajasta on edullisin?

Opinnäytetyö eteni ensin aiheeseen perehtymisellä internetissä. Tämän jälkeen aineistoa lähdettiin hankkimaan kirjastoista kirjoja lainaamalla ja internetistä etsimällä. Aineiston lukemisen ja muistiinpanojen jälkeen testattiin sen verran mitä pystyttiin pilvipalveluita, jonka jälkeen suoritettiin vertailu. Vertailu suoritettiin vertaamalla hinnastoja ja mahdollisia saatavilla olevia palveluita.

## 1.3 Keskeiset käsitteet

**Automaatio** on pilvipalveluissa toiminto, joka mahdollistaa toiminnan ilman massiivisia henkilöstökuluja. Kun pilvipalveluntarjoajien sovellusten käyttäjät kasvavat massiivisesti, kehittäjän ei tarvitse olla yhteyksissä palveluntarjoajaan tai muutoin puuttua sovelluksessa olevaan koodiin. Palveluntarjoajalle käyttäjämäärän kasvu sovelluksessa ei aiheuta toimenpiteitä, koska skaalautuminen on automaattinen. (Salo 2010, 49.)

**Clojure** on dynaaminen ohjelmointikieli, joka kohdistuu Java Virtual Machineen (ja CLR:ään ja JavaScriptiin). Se on suunniteltu olevan yleiskäyttöinen kieli, joka yhdistää lähestyttävyyden ja interaktiivisen komentosarjakielen kehittämisen. (Hickey 2012.)

**FibreChannel-levyjärjestelmä** on tiedonsiirron rajapintatekniikka, joka kartoittaa useat yleiset tiedonsiirtoprotokollat. FibreChannel on avoin standardi, joka toimii yli kuparin ja valokaapelin. (Rockstor 2012.)

**Grid computing** on verkkopohjainen topologia, joka on tunnettu laskentasovelluksista ja se on yksi pilvitoimintamallin muoto. Pilvilaskentaa on käytetty tämän suomenkielisenä terminä. (Heino 2010, 12.)

**iSCSI-levyjärjestelmä** on yhteentoimiva ratkaisu, joka mahdollistaa olemassa olevien TCP/IP-infrastruktuurien ja osoitteiden etäisyyksien rajoituksen. (StarWind Software 2012.)

**Itsepalvelullisuus** tarkoittaa sitä, että asiakkaan ei tarvitse olla yhteydessä palveluntarjoajaan halutessaan ottaa käyttöön tietotekniikkaresursseja tai halutessaan lopettaa niiden käytön, vaan hän voi tehdä kaiken tämän itsepalveluna. (Salo 2010, 17.)

**Java** on ohjelmointikieli ja tietojenkäsittelyalusta, jonka Sun Microsystems julkaisi vuonna 1995 (Oracle 2012).

**Node.js** on server-side JavaScript-tulkki. Sen tavoitteena on mahdollistaa ohjelmoija rakentamaan erittäin skaalautuvia sovelluksia ja kirjoittaa koodia, joka käsittelee kymmeniätuhansia samanaikaisia yhteyksiä vain yhdellä fyysisellä koneella. (Abernethy 2011.)



**Virtualisointi** on tekniikka, jossa jonkin fyysisen resurssin tekniset piirteet saadaan piilotettua muilta järjestelmiltä, sovelluksilta ja loppukäyttäjiltä, joilla nämä resurssit ovat käytössä. Tämän avulla yksi fyysinen resurssi, kuten palvelin, käyttöjärjestelmä tai sovellus voi olla toiminnassa monena loogisena resurssina. Toisaalta useat fyysiset resurssit, kuten tallennuslaitteet, palvelimet tai verkkoliitännät voivat olla näkyvillä yhtenä loogisena resurssina. (Salo 2010, 47.)

**PostgreSQL** on avoimen lähdekoodin olio-relaatiotietokantapalvelin, joka toimii kaikilla yleisimmillä käyttöjärjestelmillä (PostgreSQL 2012).

**Python** on ilmainen olioperustainen korkean tason ohjelmointikieli. (Python 2012.)

**Ruby** on dynaaminen, avoimen lähdekoodin ohjelmointikieli, joka keskittyy yksinkertaisuuteen ja tuottavuuteen. Sitä on luonnollista lukea ja helppo kirjoittaa. (Ruby 2012.)

**Scala** on yleiskäyttöinen ohjelmointikieli. Se yhdistää piirteitä oliopohjaisuudesta ja toiminnallisista kielistä, mahdollistaen Javan ja muiden ohjelmointikielten olevan tuottavampia. (Scala 2012.)

## 2 PILVIPALVELUT

### 2.1 Mitä pilvipalvelut ovat?

Nimitystä ”pilvi” on alettu käyttää, kun verkot ovat olleet yksinkertaisempia esittää pilvisymbolilla. Pilvisymbolia alettiin käyttää yleisesti kuvaamaan verkkoja ja niiden kautta saatavia palveluja, koska verkkojen rakennetta on sen monimutkaisuuden vuoksi vaikea kuvata. Termiä cloud computing käytetään terminä tavasta, jolla dokumentoidaan puhelin- ja tietoliikenneverkkoja. Kuluttajilla on myös käytössään jo sovelluksia, mitä he eivät ehkä pilvipalveluiksi tunnista, esimerkkeinä Facebook ja Applen MobileMe (Heino 2010, 9-10).

Aleksi Vähimaan (2010) mukaan nykyisin suosittu pilviajattelu muodostuu erilaisista kaavakuvista, jossa internetiä on totuttu kuvaamaan pilvisymbolilla, kun muut laitteet on kuvattu omilla symboleillaan. Tallennustilan, laskentakapasiteetin tai muun tietojenkäsittelyn siirtämisellä ”pilveen”, tarkoitetaan tiedon varsinaisen käsittelyn siirtämistä palveluntarjoajalle.

Yleiskielessä pilvipalveluita voidaan kuvata sillä, että se on tietokonekapasiteettia, sovelluksia tai muita palvelusuoritteita hankittuna internetistä. Voidaan myös ajatella sitä toimintamalliksi, joka mahdollistaa luopumisen fyysisistä konesaleista. (Heino 2010, 32.) Pilvipalveluita voidaan myös kuvata palveluntarjoajien IT-resurssien tarjoamisesta asiakkaiden käyttöön verkon välityksellä. Nämä IT-resurssit voivat sisältää ohjelmistoja, laitteistoa tai palveluja. (Salo 2010, 16.)

Pilvipalvelut eivät ole ainoastaan teknologinen murros, vaan muutos myös siihen miten tietotekniikkaa liiketoiminnassa hyödynnetään (Salo 2010, 17).

Immo Salon (2010, 16.) mukaan käsitteelle pilvipalvelut (cloud computing) ei ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Pilveä (cloud) käytetään kielikuvana, joka viittaa internetiin ja pilvipalvelut ovat malli, missä tietotekniikkaresursseja tarjotaan verkossa käyttöön käyttäjälle tämän tarvitsematta tietää missä resurssit sijaitsevat, tai pitää huolta niiden toiminnasta ja ylläpidosta.

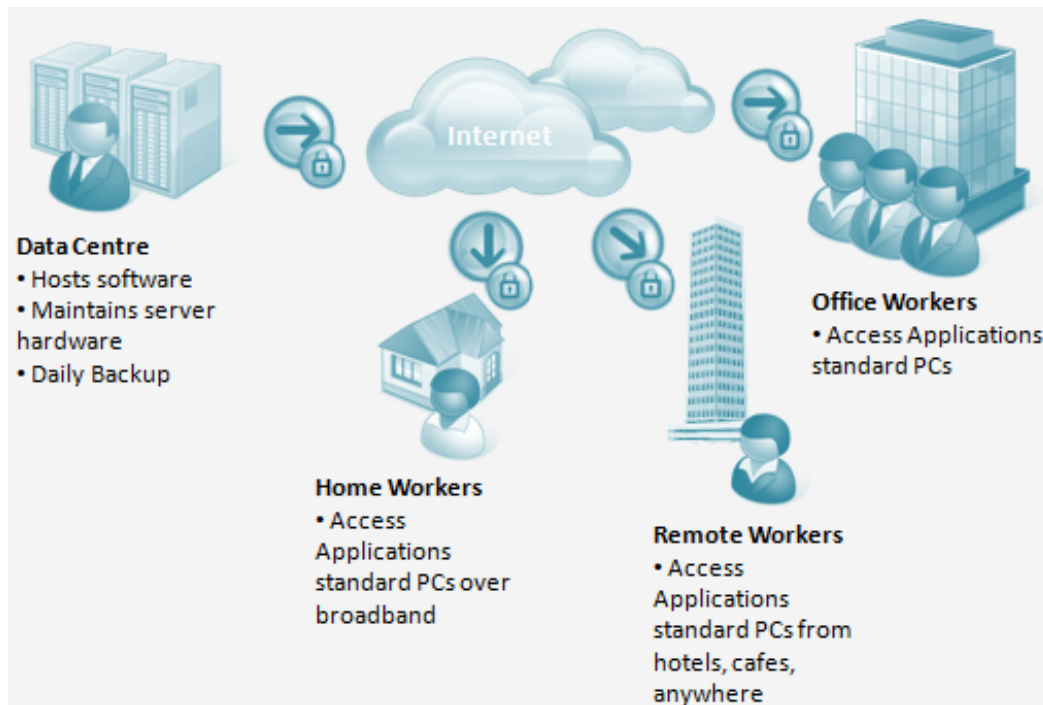
National Institute of Standards and Technology:n (NIST) mukaan pilvipalveluille voidaan nimetä viisi ominaispiirrettä:

- itsepalvelullisuus
- pääsy palveluihin eri päätelaitteilla
- resurssien yhteiskäyttö
- nopea joustavuus
- käytön tarkka mittaaminen (Salo 2010, 17).

Petteri Heinon (2010, 10, 19.) mukaan pilvitoimintamallia voidaan kutsua it-alan Pandoran lippaaksi. Pandoran lipas on asia, jonka kokeilemisesta seuraa pelkkiä ikävyöksiä, joten sitä ei kannata edes kokeilla. Arviot pahimmillaan ovat, että pilvitoimintamalli veisi Yhdysvalloissa it-alalta 200 000 työpaikkaa. Useat asiantuntijat uskovat, että pilvipalvelut kokevat yleistymisessä saman, kuin pc-koneet 1980-luvun alussa.

Aloittaville yrityksille pilvipalvelut sopivat mainiosti, koska niiden ei tarvitse ostaa konesaleja. Kaikki palvelut voidaan vuokrata pilvipalveluntarjoajilta. Tämä takaa suuret säästöt alkuinvestoinneissa, joten investoinnit voidaan ohjata muihin alueisiin.

Kuva yksi havainnollistaa pilvipalveluiden saatavuutta. Pilvipalveluntarjoaja tarjoaa palvelun, jonka jälkeen se on käyttäjille saatavilla kotona, töissä tai muutoin käytettävissä etänä.



**Kuva 1.** Pilvipalvelun saatavuus (Cloud Computing: Advantages and Disadvantages)

## 2.2 Pilvipalveluiden historia

Alalla yleistyi tapa dokumentoida kaikki verkot pilvisymbolilla yksinkertaistamisen vuoksi. Sana pilvi tietojenkäsittelyn yhteydessä on peräisin puhelinoperaattoreilta. Luvulla 1980 pilvisymbolia alettiin käyttää kuvaamaan rajapintaa asiakkaan ja puhelinoperaattorin vastuulla olevien laitteiden välillä. (Heino 2010, 32–33.)

Petteri Heinon (2010, 33.) mukaan vuonna 1961 John McCarthy esitti puheessaan myös tietokonekapasiteetin hankkimista samalla tavalla kuin sähköä tai vettä. Hänen mukaan myös Douglas Parkhillin teos ”Challenge of The Computer Utility” (1966) esitti useita olennaisia komponentteja pilvitoimintamallista, kuten provisiointi ja rajoittamattomuuden illuusion aikaansaaminen.

Yksi ensimmäisistä pilvitoimintamallin toimijoista oli Salesforce.com, joka vuonna 1999 esitteli käsitteen tuottaa yrityssovelluksia yksinkertaisen sivuston kautta (Biswas, 2011).

2000-luvun alussa pilvitoimintamallin kehitys alkoi ikään kuin uudestaan. Amazon alkoi myydä ulkoisille tahoille ylimääräistä palvelinkapasiteettia. Vuotta 2002 pidetään

pilvitoimintamallissa tärkeänä virstanpylväänä, kun Amazonin Web Services-palvelu käynnistyi. (Heino 2010, 33–34.)

## 2.3 Pilvityypit

On olemassa neljä eri pilvityyppiä:

- yksityinen pilvi
- yhteisöllinen pilvi
- julkinen pilvi
- hybridipilvi (Heino 2010, 54–55).

Private cloud eli yksityinen pilvi on pilvipalvelukoneisto, joka on yrityksen tai julkisyhteisön LAN-lähiverkon tai muun luotetun verkon kautta käytettävissä, johon ei tarvita erillistä tietoliikenneyhteyttä. Yksityisessä pilvessä pilvipalvelukoneisto ylläpitoprosesseineen ja kaikkine kustannuksineen on asiakkaan omistama ja järjestämä. (Heino 2010, 55.)

Yritykselle yksityinen pilvi voidaan hoitaa kertainvestoinnilla tai kuukausittaisilla leasing-maksuilla. Jos yritys on private cloudin ainoa käyttäjä, maksaa se itse kaikki kulut. (Heino 2010, 55.)

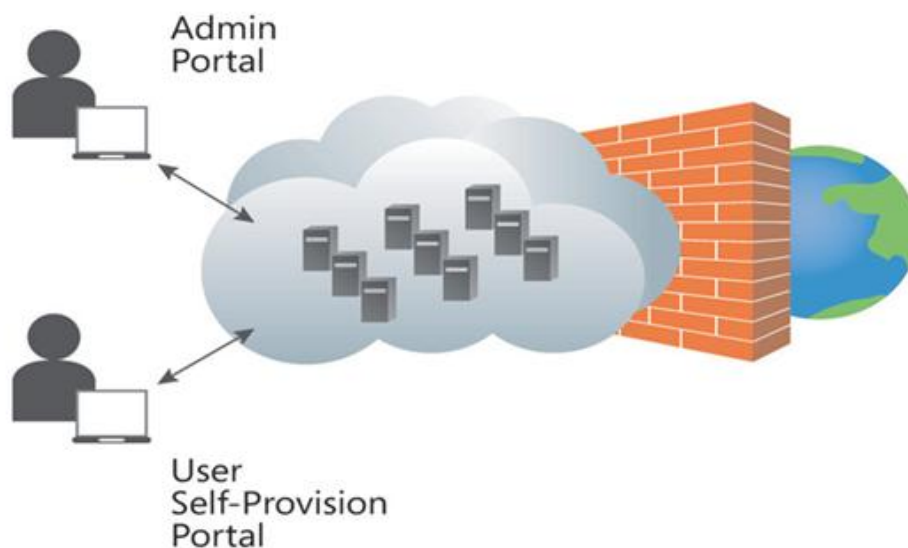
Petteri Heinon (2010, 208.) mukaan yksityinen pilven ympäristön resurssit ovat moninkertaistettuja. Tämän ansiosta voidaan luopua varmistamisesta. Yksityinen pilvi on suunniteltu, että se ei vaadi jatkuvaa hallintatyötä tai ulkopuolisia palveluita, jotka voivat käydä kalliiksi. Tämä on mahdollista sen takia, että toiminta on autonomista tai lähes autonomista.

Yksityinen pilvi koostuu sovellusohjelmista, LAN-lähiverkon järjestelyistä, tallennuksesta, palvelimista ja niiden varmistamisesta. Täten paketointi ja toiminnallisuus ovat paremmat verrattuna nykyisiin konesaleihin. Yksityisen pilven teknologia voisi sisältää blade-korttipalvelimia, vesijäähdytyksen, virtualisoinnin isäntäkoneita, kuormantasauksen ja klusteroinnin, VDI-järjestelmän virtuaalisiin työasemiin, varmistamisen, arkistoinnin ja levykapasiteetin ”thin provisioning”-

tekniikkaa, joka saa levylaitteen näyttämään palvelimille enemmän levykapasiteettia kuin siinä on kiintolevyjä. (Heino 2010, 209–210.)

Jotta yksityisestä pilvestä hyötyisi, pitäisi pystyä korvaamaan lähes kaikki tietojenkäsittelytarpeet organisaatiossa, jotta siihen kannattaisi investoida. Tästä syystä yksityinen pilvi ei sovellu pienemmille yrityksille, vaan niiden kannattaa hankkia palvelut julkisesta pilvestä. (Heino 2010, 211.)

Kuva kaksi esittää, kuinka yksityinen pilvi on eristettynä muusta internetistä.



**Kuva 2.** Yksityinen pilvi (mukaillen Chou 2011)

Community cloud eli yhteisöllinen pilvi syntyy, kun yksityinen pilvi avataan myös muille käyttäjille. Yhteisöllisessä pilvessä kustannukset jakautuvat, joten se on yksityistä pilveä edullisempi. (Heino 2010, 56.)

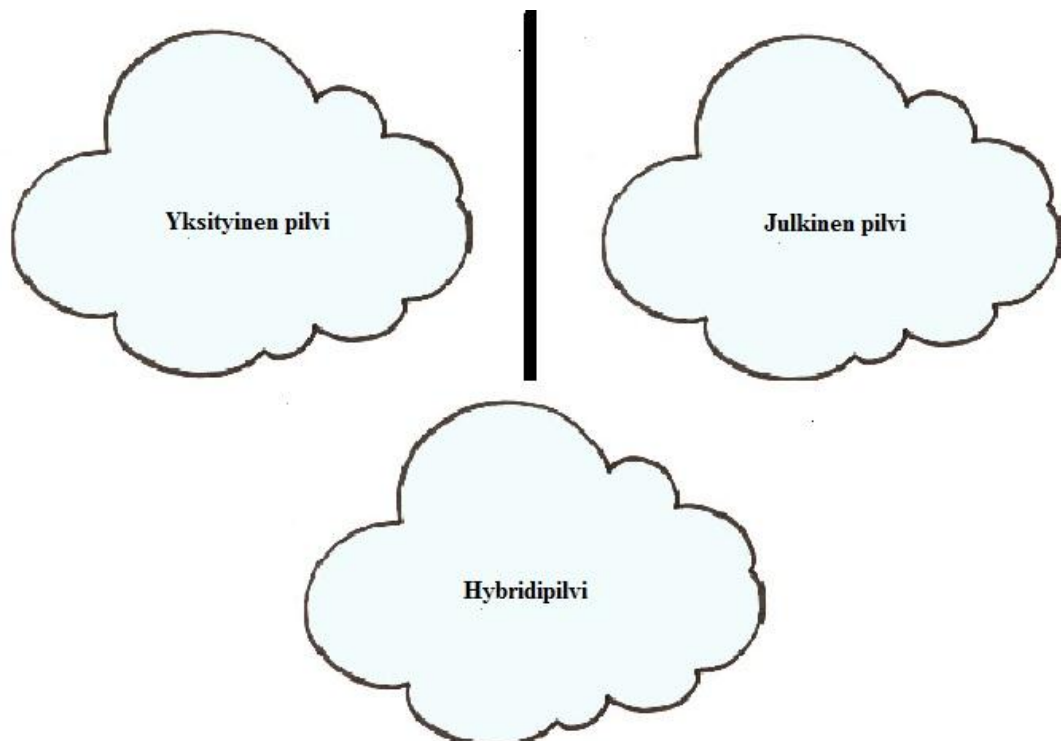
Yhteisöllisessä pilvessä useampi organisaatio omistaa ja käyttää pilvipalveluinfrastruktuuria. Laitteiston ei tarvitse sijaita käyttöön osallistuvien organisaatioiden tiloissa ja hallinnostakin voi vastata ulkopuolinen taho. (Salo 2010, 19.)

Public cloudin eli julkisen pilven pilvipalvelukoneistoa käytetään internetyhteyden takaa. Asiakas saa tarvittavat osoite- ja nimipalveluresurssit pilvipalveluntarjoajalta, eikä tietoliikenneyhteydelle ole yleensä suurta vaatimusta. Asiakas maksaa julkisen pilven käytöstä kuukausi-, tunti- tai muun aikaan tai kapasiteettiin mukautuvan hinnan. (Heino 2010, 54–55.)

Hybrid Cloudissa eli hybridipilvessä yhdistellään muiden pilvien ominaisuuksia. Arkkitehtuurista osa on yksityistä, osa voi olla yhteisöllistä ja osa julkista. (Salo 2010, 19.)

Voidaan päätellä, että hybridipilvessä arkaluontoinen tieto olisi hyvä säilyttää yksityisen pilven puolella ja muut tiedot julkisella pilvellä.

Kuva kolme kuvaa kuinka hybridipilvi on yhdistelmä yksityistä pilveä ja julkista pilveä.



**Kuva 3.** Hybridipilvi

Petteri Heinon (2010, 56–57) mukaan Wired-lehden toimittaja Kevin Kelly esitti vuonna 2007, että intercloud, yhdistelmä kaikista pilvistä, tulee jäädäkseen.

## 2.4 Palveluiden pääluokat

Pilvipalveluarkkitehtuuri voidaan jakaa kolmeen kerrokseen:

- Sovellusalusta palveluna – Platform as a Service (PaaS)
- Infrastrukturi palveluna – Infrastructure as a Service (IaaS)
- Sovellukset palveluna – Software as a Service (SaaS) (Salo 2010, 22.)

Näissä kerroksissa infrastrukturi (IaaS) on palvelualustan (PaaS) pohjana, johon rakennetaan sovelluksia (SaaS). Käsitteistä sovellukset palveluna (SaaS) on tutuin ja se on ollut käytössä vuosia. (Salo 2010, 22.)

### 2.4.1 Sovellusalusta palveluna – PaaS

PaaS-tyyppisessä pilvipalvelussa asiakkaalle palvelut lohkotaan virtuaalisesta palvelinympäristöstä. Palvelusta hyötyvät eniten asiakkaat, jotka kykenevät rakentamaan tarvitsemansa sovellukset itse. Muita hyötyjä ovat tunnetut ja kevyet rajapinnat. Haittana on, että tuotantosovelluksia ei pystytä ajamaan nopeasti. (Heino 2010, 51).

PaaS-tyyppinen pilvipalvelu tarjoaa alustan, johon sovellukset voidaan rakentaa päälle ja jolla voidaan suorittaa testausta, ylläpitoa ja kehitystoimintaa. Tämä mahdollistaa yksinkertaisemman kehitystyön, kun infrastruktuurista ei tarvitse huolehtia ja toiminnallisuuksia on paljon valmiina moduuleina. Tämän lisäksi, jos palveluntarjoajan tai yrityksen kyvyt tai mielikuvitus eivät riitä, kolmannet osapuolet tarjoavat lisäosia, joilla pystyy laajentamaan tai lisäämään toiminnallisuuksia. Tosin nämä lisäosat ovat maksullisia. (Salo 2010, 28.)

Alustan käyttö mahdollistaa nopeamman ja kustannustehokkaamman kehitystyön ja mahdollisuuden skaalautua suuriin käyttäjämääriin, ilman erillistä tarvetta lisätyölle. PaaS-ratkaisussa on riskinä lukittautua valittuun palveluntarjoajaan, koska se on standardoimaton. Kehitystyössä tulee uusia osaamisvaatimuksia, joten tämä voi toimia haittana yritykselle. Huoli tietoturvasta on myös aiheellinen, koska tiedot eivät sijaitse paikallisesti omilla palvelimilla, vaan tietoja käytetään verkon yli. (Salo 2010, 28.)



PaaS-tyyppinen pilvipalvelu sopii erityisesti pienille ja uusille toimijoille, koska se on kustannustehokas. Yritys tarvitsee vain hyvän idean ja osaavan henkilöstön, jonka jälkeen se voi maltillisesti investoida uusien ratkaisujen kehitykseen jopa suurille käyttäjäkunnille. (Salo 2010, 29.)

#### 2.4.2 Infrastrukturi palveluna – IaaS

IaaS-tyyppisessä pilvipalvelussa palveluntarjoaja myy asiakkaille laitteiston resurssit heidän käyttöönsä. IaaS on joustava, resurssit ovat yhteiskäytössä, se on itsepalvelullinen, automatisoitu ja laskutus perustuu käyttöön. Tarjolla oleva kapasiteetti on useasti virtualisoitu ja mahdollisimman pitkälle suoritettu automatisointi helpottaa skaalautumista ja ylläpitoa. IaaS-palvelussa asiakkaan ei tarvitse tehdä etukäteissitoutumuksia ja laskutus perustuu asiakkaan käyttämiin resursseihin, jonka mahdollistaa käytön tarkka mittaaminen. Itsepalvelullisuudesta puhuu myös se tosiasia, että palveluntarjoajan ja asiakkaan välillä ei välttämättä synny ollenkaan vuorovaikutusta. (Salo 2010, 25.)

Ylläpitäjä lohkoo osioita asiakkaan käyttöön, jotka ovat etukäteen määritellyt ja hinnoitellut. Näihin ostamiinsa lohkoihin asiakas asentaa käyttöjärjestelmän ja omat sovelluksensa. Amazon Web Services on tunnetuin IaaS-pilvipalvelu. (Heino 2010, 52–53.)

#### 2.4.3 Sovellukset palveluna – SaaS

SaaS-tyyppisessä pilvipalvelussa pilvipalveluntarjoaja myy asiakkaalle pelkän sovelluksen, joka jaetaan käyttäjän selaimeen. Kaikesta muusta pilvipalveluntarjoaja pitää huolen. (Heino 2010, 53.)

Petteri Heinon (2010, 53–54.) mukaan palveluntarjoajalta ostettaessa tuotantokustannukset ovat edullisempia, koska palveluntarjoaja käyttää elastista provisointia, virtualisointia ja jaetun ympäristön tapoja. Sovellusten toiminnan seuraamiseen ja käyttäjien lisäämiseen ja poistamiseen asiakas saa raportti- ja hallintakonsolin.

SaaS-tyyppisessä pilvipalvelussa on käytössä monikäyttäjäisyys (multitenancy) eli samaa sovellusta voi käyttää laajempikin asiakaskunta. Monikäyttäjäisyydessä asiakkaat saavat silti käyttäjäkokemuksen, joka on yksilöllinen. (Salo 2010, 29.)

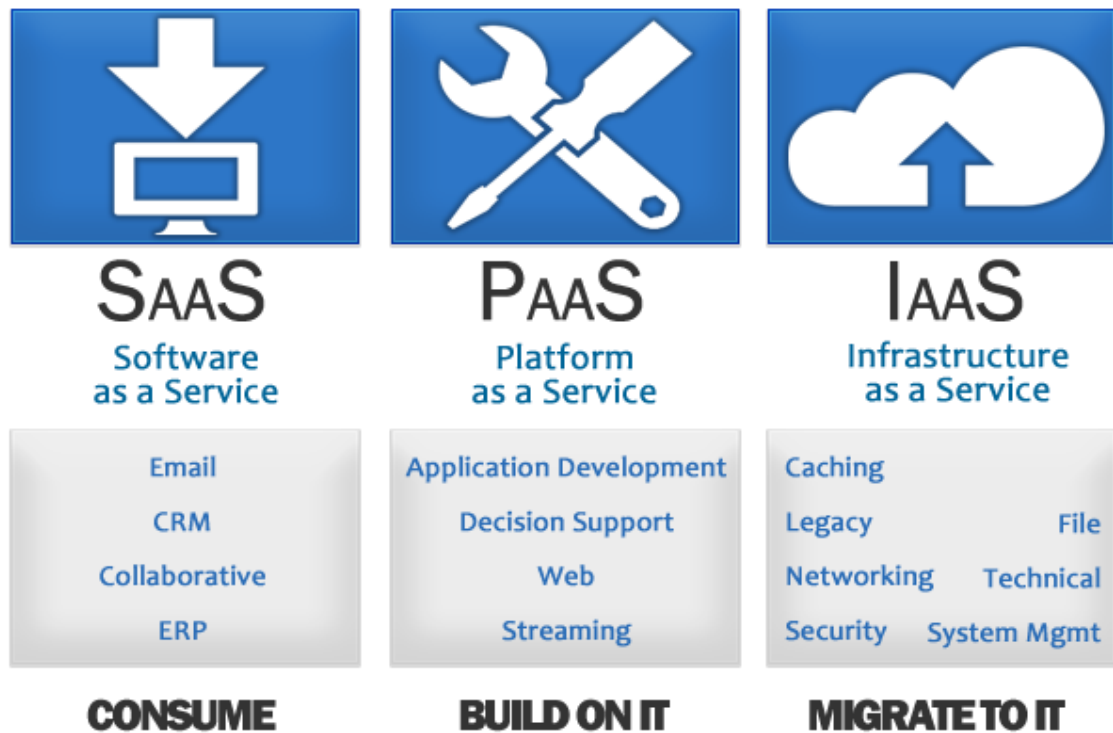
Investoinnin tarpeen puuttuminen, nopea käyttöönotto, alhaiset kokonaiskustannukset sekä vaivaton ylläpito tekevät SaaS-palvelut houkutteleviksi. Toisaalta haasteina ovat tietoturvan ja toimintavarmuuden luottamuspulla, joka vaivaa muitakin pilvipalveluita, sekä integroitavuuden ja kustomoitavuuden hankaluus. SaaS sopii pienille yrityksille, koska kustomoinnin ja integroinnin tarve on vähäisempi verrattuna suuriin yrityksiin. (Salo 2010, 69.)

#### 2.4.4 Vertailu

Pilvipalveluista SaaS-palvelut ovat pisimmälle kehittyneet ja niillä on paljon yrityskäyttäjiä. Puolestaan PaaS- ja IaaS-palvelut ovat uudempia, mutta yritykset ovat alkaneet osoittamaan mielenkiintoa myös niitäkin kohtaan. (Salo 2010, 42–43.)

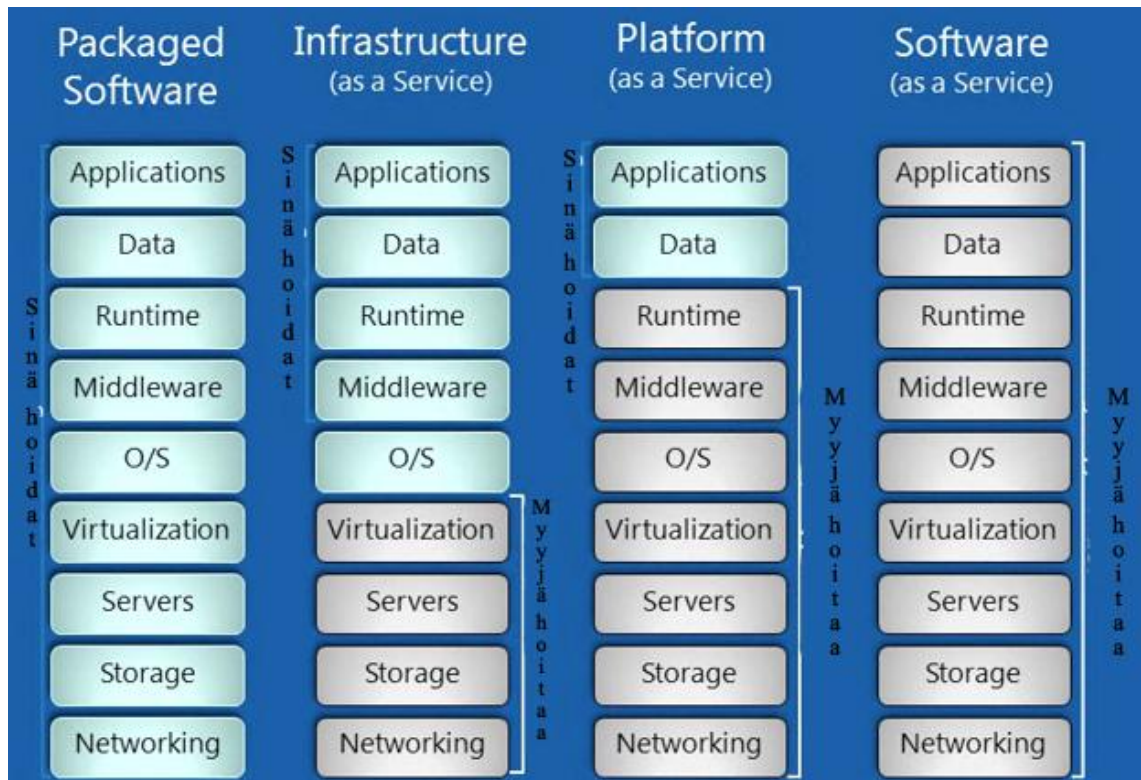
Immo Salon (2010, 26, 36.) mukaan IaaS-palvelut vaativat käyttäjiltä enemmän vastuuta verrattuna SaaS-palveluun. IaaS-palvelun hyötynä on se, että se on näistä palveluista joustavin. PaaS-palveluissa käytetään automatisointia, kun taas IaaS-palvelussa käyttäjä itse huolehtii asioista. Tietoturvan ja skaalautuvuuden vastuu on suurempi, kun taas PaaS-palvelut ovat rajoittuneemmat, mutta edellä mainitut tehtävät ovat helpompia. SaaS-palvelu vaatii vähiten käyttäjien aktiivisuutta, mutta se sisältää myös eniten rajoituksia. IaaS-palvelussa asiat ovat enemmän käyttäjän omassa kontrollissa ja liikkumavapautta on enemmän verrattuna PaaS- tai SaaS-vaihtoehtoihin.

Kuva neljässä kuvataan pilvipalveluiden pääluokat helposti ymmärrettävillä termeillä. SaaS-palvelua käytetään, PaaS-palveluun rakennetaan ja IaaS-palveluun siirrytään.



**Kuva 4.** Pilvipalveluiden pääluokat (Azure Advantage, 2012)

Kuva viisi visualisoi, mistä asiakas ja mistä palveluntarjoaja on vastuussa käytettäessä kutakin pilvipalvelun pääluokkaa. Ohjelmistopakettissa asiakas joutuu itse huolehtimaan kaikesta palveluun liittyvästä. IaaS-palvelussa asiakkaan hoidettavaksi jää noin puolet palveluun liittyvästä ja toisen puolen hoitaa palveluntarjoaja. PaaS-palvelussa sovellukset ja tieto ovat enää asiakkaan hoidettavissa, muutoin palveluntarjoaja hoitaa loput. SaaS-palvelussa palveluntarjoaja huolehtii kaikista palveluista ja käyttäjälle jää enää itse sovelluksen käyttäminen.



**Kuva 5.** Vastuun visualisointi (mukaillen Czernicki 2011)

PaaS-palvelusta hyötyvät parhaiten kokeneet käyttäjät, koska saadakseeseen parhaan hyödyn palvelusta, asiakkaan tulisi kyetä rakentamaan sovellukset itse. Toisaalta sovelluksia voi ostaa kolmansilta osapuolilta, jos oma osaaminen ei riitä. PaaS-palvelu sopii pienille ja uusille yrityksille hyvin kustannustehokkuuden vuoksi.

IaaS-palvelu sopii parhaiten käyttäjälle, joka hakee joustavuutta. IaaS on erittäin joustava ja pitkälle automatisoitu. Se sopii parhaiten yrityksille, joilla on jo paljon koodia valmiiksi kirjoitettuna tai sovellus jo valmiina. Käyttäjien ei tarvitse muuta kuin asentaa ja ajaa sovellus pilvessä.

SaaS-palvelu on kaikista suosituin. Useat käyttävät jo SaaS-palveluita, ehkä jopa tietämättään. Esimerkiksi Yahoo mail ja Google docs ovat SaaS-palveluita. SaaS soveltuu myös hyvin pienille yrityksille vähäisen kustomoinnin vuoksi.

Voidaan todeta, että kaikista kolmesta palvelusta nousee esiin hyvinkin samankaltaisia piirteitä. Suurimpana näistä voidaan nostaa esiin joustavuus, paikkariippumattomuus ja kustannustehokkuus. Myös riskit ovat hyvinkin samankaltaisia, koska tietoturvariskit ovat aina ajankohtaisia internetissä oltaessa.

## 2.5 Pilvipalveluiden hyödyt yrityksille

Pilvipalveluiden hyötyinä voidaan nähdä, että ne ovat erittäin edullisia yritykselle. Yrityksen ei tarvitse ostaa konesaleja, vaan palvelut voidaan vuokrata suoraan pilvestä, tämän takia säästöt ovat suuret. Yrityksen tarviessa tehdä äkkinäistä säästöä, voidaan pilvipalvelun käyttö vain lopettaa ja säästöt ovat välittömät. Kuluva budjetti on helppo laskea, koska pilvipalveluntarjoajat ovat tarkoin määrittäneet palvelun käytön hinnat. Esimerkiksi IaaS-palvelussa ylläpito on automatisoitu, joten sellaista aikaa ja resursseja säästetään, mikä muuten kuluisi palvelun ylläpitoon. Tämä vapauttaa resurssit muihin tärkeisiin työtehtäviin.

Jos jokin järjestelmä tai kokonaisuus voidaan korvata yrityksissä, niin silloin it-investoinnista hyödyttäisiin. Yksityisellä pilvellä tulisi korvata melkein kaikki tietojenkäsittelytarpeet organisaatioissa, jotta siihen kannattaisi sijoittaa. Yksityisellä pilvellä voidaan vähentää yrityksessä olevien laitteiden määrää, joten se on kannattavaa. Pienemmille yrityksille tästä ei olisi hyötyä, vaan niiden kannattaisi hankkia palvelut julkisesta pilvestä. (Heino 2010, 212–214.)

Immo Salon (Salo 2010, 44.) mukaan yhdysvaltalainen Kelton Research teki tutkimuksen v. 2009 palvelinten käyttöasteesta yrityksissä haastatteleamalla johtajia jotka vastaavat ylläpidosta. Suuri osa vastaajista vastasi, että 15 % palvelimista on toimettomana, ja vielä suurempi osa vastasi, ettei yritys pysty seuraamaan käyttöastetta, koska sillä ei ole välineitä siihen. Tämän takia yrityksillä menee hukkaan suuri määrä rahaa ja tämä on myös luonnonvarojen haaskausta.

Pilvipalveluilla käyttöaste voitaisiin tarkasti mitata ja palvelimista, joita ei tarvita, ei makseta, koska niitä ei vuokrata. Esimerkiksi IaaS-palvelussa automatisointi on hoidettu pitkälle, joten palvelimet, jotka eivät tee mitään, otettaisiin vain pois käytöstä. Jos lisäpalvelimia taas tarvittaisiin, niin enemmän resursseja tarjottaisiin käyttöön.

Hinnoittelu resurssien käytöstä on joustava. PaaS- ja IaaS-palveluissa sata tuntia kestävä yhden prosessorin käyttö maksaa sen mitä sadan prosessorin käyttö tunnin ajan maksaisi. SaaS-palvelussa satojen yllättävien irtisanomisten tapahtuessa yritykselle ei jää satoja käyttämättömiä lisensoituja ohjelmistoja koneisiin, vaan yritys voi vain maksaa pienemmästä käyttäjämäärästä pilvipalveluntarjoajalle. Uusille työntekijöille

voidaan tarjota heti ensimmäisenä päivänä työvälineet käyttöön, koska asennuksia ei tarvita. (Salo 2010, 45.)

Pilvipalvelut eivät ole riippuvaisia paikasta, mikä tekee niistä joustavia. Palveluita voidaan käyttää, missä vain on verkkoyhteys käytettävissä. (Salo 2010, 45.)

SaaS-palveluissa kehityskustannukset asiakasta kohden ovat pienet, koska niillä voi olla miljoonia yhtäaikaista käyttäjiä (Salo 2010, 46).

Pilvipalvelumallissa ajatus on, että suuri osa monimutkaisuudesta on piilotettu käyttäjän näkymättömiin, joten tämän seurauksena voidaan keskittyä olennaiseen. Yrityksen ei myöskään tarvitse pitää huolta laitteistojen tai ohjelmistojen ajantasaisuudesta ja tietoturvasta. Tämä tosin vaatii luottamusta pilvipalveluntarjoajaan. (Salo 2010, 47.)

Simulaation ajaminen paikallisella palvelimella voi viedä kokonaisen päivän, IaaS-palvelulla tämä voi hoitua tunneissa tai minuuteissa (Salo 2010, 70).

Nopeasti muuttuvat markkinat tarvitsevat yritykseltä sopeutumiskykyä muuttuviin tilanteisiin. Pilvipalvelussa yritykseltä ei vaadita investointilaskelmien pohjaksi olettamuksia, koska investointeja ei tarvita. (Salo 2010, 80.)

SaaS-palveluiden hyödyt perinteisiin lisenssiohjelmistoihin on se, että ne eivät tarvitse sovelluskehitystä (Salo 2010, 80).

PaaS-palveluista hyötyvät erityisesti maantieteellisesti hajautuneet kehitystiimit, koska kehitysalusta on verkon yli toimiva. PaaS-palvelussa alusta on valmiina sovelluskehitykselle ja valmiita moduuleja on useita. (Salo 2010, 80.)

IaaS-palvelu hyötyy suuresta vapausasteesta. Osaamista ei tarvita yhtä paljon, kuin PaaS-palveluissa. (Salo 2010, 80.)

Paikkariippuvuus syö yrityksen tehokkuutta. Työntekijöillä täytyisi olla pääsy työvälineisiin ja dataan paikasta riippumatta, tämän pilvipalvelu lupaa. Jopa kannettavalla päätelaitteella pilvipalveluilla voi suorittaa laskentaintensiivisiä tehtäviä ottamalla käyttöön palvelinten armeija. (Salo 2010, 81.)

Yritysten ei tarvitse tehdä suuria etukäteisinvestointeja pilvipalveluiden kohdalla, eikä myöskään huolehtia liiallisesti hankitusta kapasiteetista. Hankitut palvelut on yhtä helppoa jättää pois, kuin niiden hankkiminenkin oli. (Salo 2010, 81.)

Pilvipalveluissa ei ole tarvetta palveluntarjoajan ja asiakkaan väliseen vuorovaikutukseen, vaan sitä on pyritty minimoimaan itsepalvelullisuudella ja automaatiolla. (Salo 2010, 81.) Asiakkaan ei tarvitse odottaa vastauksia palvelupyyntöihin palveluntarjoajalta, mikä taas säästää aikaa yrityksessä.

Pilvipalveluntarjoaja ajaa päivitykset keskitetysti, mikä tekee siitä nopeaa, vaivatonta ja edullista verrattuna hajautettuun päivitykseen. Pilvipalveluntarjoaja voi hoitaa päivitykset vertauskuvainnollisesti nappia painamalla, eikä asiakkaiden toiminta edes häiriinny. Ohjelmistot ovat aina ajantasalla (Salo 2010, 82.)

## 2.6 Pilvipalveluiden heikkoudet, riskit ja tietoturva yrityksille

Immo Salon (2010, 36) mukaan suurimmat pilvipalvelujen leviämisen esteet ovat tietoturva-aasteet ja mielikuva kyseenalaisesta tietoturvasta.

Pilvipalveluntarjoajan asiakkaalle tarjoama tekninen ympäristö on yleensä suojattu useilla eri menetelmillä. Palomuuria käytetään suojaamaan pilvipalvelukoneisto. Pilvipalveluissa koneisto on myös suojattu tunkeilijan havaitsemisjärjestelmällä, josta useiten käytetään termiä Intrusion Detection System (IDS) tai Intrusion Detection and Prevention System (IDPS). (Heino 2010, 93.)

Tiedot jotka siirretään pilvipalveluun, kryptataan. Kryptauksen avulla tieto on salattuna, eikä tunkeutuja pysty sitä muuttamaan luettavaan muotoon vaikka se pääsisi tietoon käsiksi. Tiedot eivät ole useinkaan kryptattuja pilvipalveluntarjoajan puolesta, koska ainoastaan asiakkaan tulisi tietää salausavain. Kryptaaminen on erittäin palvelimen resursseja kuluttavaa. Palvelimia jotka sijaitsevat pilvipalvelun koneistossa myös kovennetaan, että ne olisivat vastustuskykyisiä hyökkäyksiä vastaan. Koventamisessa kaikki ei-tarvittavat järjestelmäpalvelut poistetaan palvelimista. (Heino 2010, 93.)

Petteri Heino (2010, 95.) huomauttaa myös pilvipalveluihin liittyvistä tietyistä riskeistä. Tietoliikenneyhteyksissä oleva vika saattaa estää asiakkaan pääsyn sovellukseen ja dataan. Pilvipalveluntarjoaja voi myös hukata asiakkaalle osoitetun kapasiteetin tai laiterikko, ohjelmistovika tai inhimillinen virhe voi korruptoida sen.

Yhtenä riskinä on myös, jos pilvipalveluntarjoajan toiminta loppuu. Tämä on etenkin aiheellinen riski pienempien pörssiin listaamattomien yhtiöiden asiakkaana. Tilanne voi tulla yllätyksenä, koska pörssiin listaamattomien yhtiöiden taloudellisesta tilanteesta ei ole internetissä ja mediassa yhtä laajaa tietoa kuin pörssiyhtiöistä. (Heino 2010, 95.)

Ympäristöön liittyvä katastrofi on aiheellinen riski myös. Pilvipalveluntarjoajan tiloja voi vaurioittaa tulipalo, ilkivalta tai luonnonmullistus. Palvelunestohyökkäykset pilvipalveluntarjoajaa vastaan ovat myös mahdollisia. (Heino 2010, 95.)

Petteri Heinon (2010, 98.) mukaan pilvikoneiston tietoturvalaitteista ja – menetelmistä saadaan niin turvallinen, että turvalaitteista pääsee läpi teoriassa vain ruuvimeisselillä. Pilvitoimintamallissa konesalit sijaitsevat kaukana tai niiden sijaintia ei edes tiedetä, niin pahantekijä ei pysty edes löytämään ruuvimeisselin mentävää paikkaa. Tilanne on hieman toinen tietosuojan kanssa. Siihen liittyy negatiivisia mielikuvia, kuten tietojen vuotaminen, myyminen, identtiteettivarkaus jne.

IaaS-palvelut antavat suurimman läpinäkyvyyden tietoturvan ja luotettavuuden kohdalta, SaaS-palvelut heikoimmat. PaaS-palvelut ovat välimaastoa, mutta yleisesti kuitenkin lähempänä IaaS-palveluita. (Salo 2010, 36.)

Siirtyminen pilvipalveluihin ei ole ihan esteetöntä asiakaskunnalle. Epävarmuutta aiheuttaa toimintamalli joka on uusi. Esteenä voivat myös olla huoli turvallisuudesta, halu hyödyntää loppuun jo tehdyt investoinnit ja yrityksessä työskentelevän henkilöstön osaaminen. (Salo 2010, 71.)

Immo Salon (2010, 100.) mukaan IDC suuntasi yrityspaneelilleen kyselytutkimuksen keskeisimmistä huolenaiheista pilvipalveluihin liittyen. Kyselyssä vastaajien suurimmaksi huolenaiheeksi nousi turvallisuus. Melkein 90 % vastaajista vastasi 3, 4 tai 5 kysyttäessä, kuinka suurena haasteena he näkevät turvallisuuden asteikolla 1-5.



Toiseksi suurimmaksi huolenaiheeksi nousi saatavuus. Pilvipalveluntarjoajia on iso valikoima ja tarjontaa riittää. Saatavuusongelma liittyy pikemminkin käsitteen heikkoon tunnettavuuteen ja sisällön epäselvyyteen. Asiakaskunnassa epävarmuutta on siitä, mitä pilvipalvelut tarjoavat tarkalleen, mikä on palvelun hinta, mitä siitä hyötyy ja mitkä riskit siihen liittyvät. Yli 80 % vastaajista vastasi 3, 4 tai 5 kysyttäessä, kuinka suurena haasteena he näkevät saatavuuden asteikolla 1-5. (Salo 2010, 101.)

Kolmanneksi suurimmaksi huolenaiheeksi nousi suorituskyky. Pilvipalveluissa pullonkaulana on tiedonsiirto. Laskenta- ja tallennuskapasiteetti sijaitsee etäällä loppukäyttäjistä, joten tiedon täytyy liikkua molempiin suuntiin. Suuret datamäärät ja pienet tiedonsiirtonopeudet tekevät palveluiden käytöstä hitaamman. Yli 80 % vastaajista vastasi 3, 4 tai 5 kysyttäessä, kuinka suurena haasteena he näkevät suorituskyvyn asteikolla 1-5. (Salo 2010, 101.)

Kyselyn muina huolenaiheina ovat standardien puuttuminen ja pilvipalveluun siirtymispäätöksen peruuttamisen hankaluus. Standardien puuttumisessa vertailtavuus on heikkoa ja valitusta alustasta siirtyminen toiseen alustaan ja tietojen siirto alustojen välillä on hankalaa. Koska avoimet standardit puuttuvat pilvipalvelumarkkinoilta yhteen palveluntarjoajaan lukittuminen ei houkuttele ja tietojen siirtäminen alustasta toiseen on hankalaa ja kallista. Noin 80 % vastaajista vastasi 3, 4 tai 5 kysyttäessä, kuinka suurena haasteena he näkevät standardien puuttumisen ja pilvipalvelun siirtymispäätöksen peruuttamisen asteikolla 1-5. (Salo 2010, 102.)

Kun ollaan tiedon kanssa tekemisissä, tietoturvahuolet ovat aina aiheellisia. Perinteisten palvelinkeskusten etu pilvipalveluihin verrattuna on se, että kokemusta tietoturvaongelmien ratkaisussa on runsaasti. Pilvipalvelut ovat uusia, joten käyttäjäkokemusta ei ole vielä paljoa. Osa ratkaisuvastuusta on palveluntarjoajien vastuulla, joten myös luottamuksen tarvitsee olla suuri. (Salo 2010, 103.)

Hybridi ja yksityisen pilven turvallisuushuolet ovat julkista pilveä vähäisemmät, koska sovelluksia, dataa ja laitteistoa säilytetään yrityksen tai sopimuskumppanin tiloissa. Yhdysvalloissa mm. NASA ja Ilmavoimat luottavat pilvipalveluihin, joten tämän pitäisi kertoa pilvipalveluiden luotettavuudesta. NASA:n hybridipilviprojekti Nebula käyttää perustana avoimen lähdekoodin tekniikoita, ja josta on avoimet rajapinnat mm.

Amazonin ja Googlen pilvipalvelualustoihin. IBM on ilmoittanut vuoden 2010 alussa rakentavansa Yhdysvaltojen ilmavoimien käyttöön pilvipalvelun. (Salo 2010, 104.)

Ennen pilvipalveluiden hankkimista yrityksen tulisi ottaa huomioon tiettyjä turvallisuusriskejä. Yrityksen tulisi ottaa huomioon, että ulkopuolisilla on pääsy tietoihin. Laitteisto ja tietoliikenne ovat pilvipalveluntarjoajan oman henkilöstön ja mahdollisten kumppaneiden saatavilla, mikä tekee siitä turvallisuusriskin. Yrityksen oma henkilöstö voi olla myös tietoturvausuhka. Pilvipalveluntarjoajan täytyy taata, että yrityksen tiedot eivät pääse toisten asiakkaiden käsiin, mutta silti heidän tulee pitää turvatoimet tiukkana, mutta myös varmistamaan etteivät ne hidasta palvelua liiaksi tai johda esim. datan menettämiseen. Yrityksen olisi myös hyvä selvittää miten palveluntarjoaja on varautunut virheistä toipumiseen, miten pilvipalveluntarjoaja hoitaa tiedotuksen ja kauanko palautuminen kestää. (Salo 2010, 104–105.)

Pilvipalveluntarjoajaa valittaessa yksi haasteellisimmista kysymyksistä on tietää palveluntarjoajan palveluiden jatkuvuus. Pilvipalveluntarjoajaa valittaessa on mahdotonta ennustaa tuleeko pilvipalveluntarjoaja menestymään tai onko se ylipäättään olemassakaan vuosien kuluttua. Jos pilvipalveluntarjoajat kehittäisivät yhteisen standardin, niin huoli olisi vähäisempi lukittautumisesta ja palveluntarjoajan vaihtaminen olisi helpompaa. Nyt tekniikan ollessa standardoimaton pilvipalveluntarjoajan vaihtaminen voi tulla hyvinkin kalliiksi. Palveluntarjoaja ei luonnollisestikaan halua tehdä vaihtamista helpommaksi vaan asiakaskunnasta halutaan pitää kiinni. Pilvipalveluntarjoajilla on myös liiketoiminnalliset syyt vähätellä lukittumisuhkaa ennen asiakkuuden alkua ja myös edesauttaa lukittumista, kun asiakassuhde on alkanut. (Salo 2010, 105, 114.)

Open Grid Forum on kuitenkin alkanut toimimaan lukittumisuhkaa vastaan. Open Cloud Computing Interface (OCCI) on yksi sen työnalla oleva standardi ja sen tarkoitus on poistaa lukittumisongelma yhdenmukaistamalla palvelintarjoajien ohjelmointirajapinnat. (Salo 2010, 114.)

Immo Salon (2010, 111.) mukaan yksi markkinoiden kasvun este on asiakkaan turvallisuushuolet. Palveluntarjoajat tiedostavat tämän, joten he pyrkivät ratkaisemaan ongelman. Asiakkaiden vakuuttamiseksi useat isommat palveluntarjoajat ovat läpäisseet SAS70 type II-auditoinnit.

Pullonkaulana pilvipalveluissa on tällä hetkellä tiedonsiirto. Nykyisillä yhteyksillä suuren tietomäärän siirtäminen on aikaa vievää, eikä tilanne tule juuri helpottumaan. Tiedonsiirtokapasiteetti kyllä kasvaa, mutta samaan aikaan ja jopa nopeammin kasvavat tietomäärät joita siirretään. Esimerkkinä tästä reaaliaikainen teräväpiirtovideokuva, joka asettaa haasteen tiedonsiirtoverkoille. (Salo 2010, 115.)

Yrityksen tulisi siis tehdä riittävä selvittäminen pilvipalveluntarjoajista ennen valinnan suorittamista. Lukittautuminen yhteen palveluntarjoajaan on suuri riski, mutta vielä suurempi riski on, jos tiedot menetetään kokonaan pilvipalveluntarjoajan joutuessa lopettamaan yhtäkkisesti toimintansa. Tietoturva pilvipalveluissa on yleensä hyvin hoidettu, joten sillä saralla ei pitäisi olla suuria huolia. Tätä puoltaa jo aiemminkin mainittu NASA:n luotto pilvipalveluihin. Isoin kynnys kuitenkin siirtymisessä pilvipalveluihin on juuri luottamus. Palvelu tulisi myös olla aina saatavilla. Jos pilvipalveluntarjoajalla palvelut ovat usein poissa käytössä tai tapahtuu katkoksia, näistä voi tulla suuria tappioita yrityksille.

### 3 AMAZON WEB SERVICES

Amazon.com on yritys, joka keskittyy elektroniseen kaupankäyntiin ja se on perustettu vuonna 1994. Toimintansa Amazon aloitti kirjakauppana, josta se on nykypäivänä laajentunut lähes kaikkien tavaroiden verkkokaupaksi. Amazon ei varsinaisesti ole ohjelmistotalo, kuten esimerkiksi Google tai Microsoft ovat. On huhuttu, että Amazonin perustaja Jeff Bezos perusti Amazonin, koska hän pettyi siihen, ettei ymmärtänyt mennä internetiin mukaan heti alkuvaiheessa. (Heino 2010, 105–106.)

Amazonin liikevaihto vuonna 2011 oli 48 miljardia dollaria. (Kaiser 2012.) Yhdysvalloissa Amazon on ylivoimaisesti suurin internetissä toimiva kauppapaikka. Yhtiö on todiste verkkokaupan kannattavuudesta liiketoimintamallina. Yhtiö listautui pörssiin vuonna 1997, mutta silti Amazonin ensimmäinen voittoa vuosineljännes tapahtui vuonna 2001. (Salo 2010, 105.) Amazonin jokavuotinen liikevaihdon kasvu on ollut huomattavaa.

Amazon Web Services on Amazonin pilvipalvelu, joka käynnistettiin vuonna 2002. Siihen kuuluu parikymmentä pienempää osapalvelua. Olennaisin osa nykyisessä Amazon Web Servicessä on Elastic Compute Cloud (EC2), joka on käynnistynyt vuonna 2006. Joitain nimekkäitä EC2-palvelua käyttäviä asiakkaita ovat Eli Lilly, Pfizer, LAPD ja SAP AG. (Heino 2010, 106.)

Tilin luominen tapahtuu Amazon Web Servicen etusivulta Sign Up-napista. Tämän jälkeen asiakasta pyydetään luomaan asiakastili tai vaihtoehtoisesti kirjautumaan jo luodulla tilillä sisään. Asiakkaan perustietojen jälkeen Amazon pyytää asiakasta ilmoittamaan maksutietonsa. Tilin luominen on ilmaista, mutta Amazon kuitenkin vaatii asiakasta ilmoittamaan luottokorttinsa tiedot. Amazon Web Servicellä on ilmainen taso, jolla pystyy käyttämään tietyn määrän pilvipalveluita kuukaudessa ilmaiseksi, jonka jälkeen ylimenevä määrä veloitetaan luottokortilta. Seuraavaksi asiakasta pyydetään ilmoittamaan puhelinnumeronsa. Amazonin automaatti soittaa asiakkaan puhelimeen, jonka avulla todennetaan hänen henkilöllisyytensä. Tämän jälkeen asiakas saa sähköpostin, joka ilmoittaa että tilisi on luotu.

#### 3.1 Elastinen pilvilaskenta - Amazon EC2

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) on verkkopalvelu, joka tarjoaa skaalautuvaa laskentakapasiteettia pilvessä (Amazon Web Services 2012a).

EC2-instanssit sisältävät hieman omaa tallennustilaa. Instanssin oma tallennustila on Linuxin root-partitionin tai Windowsin C-levyn kanssa samantyyppinen. (Heino 2010, 107.)

Pystyäkseen käyttämään EC2-palvelua asiakkaan täytyy tilin luomisen jälkeen valita joku esiasennettu virtuaalikone (AMI, Amazon Machine Image), josta voi ottaa käyttöön useampia instansseja tai asiakas voi luoda oman virtuaalikoneensa. Useat yritykset ovat lisänneet oman AMInsa listaan, joten valmiita virtuaalikoneita on moniin eri käyttötarkoituksiin. Amazonin myyntiedustajaan täytyy ottaa yhteyttä, jos asiakas haluaa yli 20 instanssia käyttöönsä. (Salo 2010, 118–119.)

Amazon käyttää EC2-palvelussaan spottihinnoittelua, missä Amazon määrittää päivittäin spottihintansa. Ideana on, että saataisiin myytyä kapasiteetti, joka ei muuten tulisi ostetuksi, mutta alennetulla hinnalla. Asiakas siis määrittää maksimihintansa, mitä hän on instanssista valmis maksamaan ja montako instanssia hän haluaa hintaan sisältyvän. Mikäli Amazonin päivittäin muuttuva spottihinta on sama tai alle mikä asiakkaan määrittämä spottihinta on, niin asiakas saa instanssit käyttöönsä. Mikäli Amazonin määrittämä spottihinta menee yli asiakkaan maksimin, niin asiakas ei saa instansseja käyttöönsä tuona päivänä. Spottihintojen varaan ei siis kannata laskea mitään toimintoja, jotka ovat liiketoiminnalle kriittisiä. Tämä sopii paremminkin sovelluksiin tai tehtäviin, joilla ei ole suuri kiire. Amazonille spottihinnoittelu tekee kaiken ylimääräisen kapasiteetin myymisen mahdolliseksi, ilman päätuotteiden markkinoiden hidastamista. (Salo 2010, 119–120.)

EC2-instansseista maksetaan vain siitä mitä käytetään. Hinnat määräytyvät sen mukaan miltä alueelta instanssit ovat vuokrattuina, mitä käyttöjärjestelmää käytetään ja mikä on instanssin koko. Myös sitoutumalla pitkäaikaiseksi asiakkaaksi asiakas saa alennusta maksamastaan tuntihinnasta. Uudet Amazon Web Service asiakkaat voivat käyttää EC2-palveluita ilmaiseksi, tietyin ehdoin. Tarjoukseen kuuluu 750 tuntia pienten Linux ja Windows instanssien käyttö joka kuukausi vuoden ajan. Ilmaisen on myös pieni määrä tallennuskapasiteettia.

### 3.2 Elastinen kuormantasaaja - Elastic Load Balancing

Amazonin elastinen kuormantasaaja jakaa automaattisesti sovelluksista tulevan liikenteen useiden Amazon EC2-instanssien kesken. Se mahdollistaa entistä paremman vikasietoisuuden ohjelmistoille. Elastic Load Balancing tunnistaa vialliset instanssit ja automaattisesti ohjaa verkkoliikenteen toimiviin instansseihin, niin kauan kunnes vialliset instanssit saadaan palautettua. (Amazon Web Services 2012b.)

Kuten muistakin Amazon Web Servicen palveluista, asiakas maksaa Elastic Load Balancingista niin paljon kuin sitä käytetään.

### 3.3 Autoskaalaus - Auto Scaling

Auto Scaling – palvelun avulla asiakas voi skaalata heidän Amazon EC2 kapasiteettia ylös tai alas automaattisesti ennalta määrättyjen ehtojen mukaan. Autoskaalauksen avulla asiakas voi varmistaa, että kuorman kasvaessa käytettyjen Amazon EC2-instanssien määrä kasvaa saumattomasti, mikä kasvattaa suorituskykyä. Autoskaalauksen avulla kulut minimoidaan pienentämällä kuormaa kysynnän hiipuesssa. (Amazon Web Services 2012c.) Auto Scaling mahdollistaa ympäristön rakentamisen, jossa yhtä sovellusta ajetaan aina kahdella instanssilla. Instanssin vikaantuessa, Auto Scaling huomaa tämän ja automaattisesti käynnistää tilalle toisen instanssin. (Heino 2010, 109.)

Auto Scaling kuuluu CloudWatch – palvelun alle, joten jos asiakkaalla on jo tämä palvelu, niin Auto Scaling on ilmainen.

### 3.4 Elastinen lohkotallennus - Elastic Block Store

Amazon Elastic Block Store (EBS) tarjoaa tallennuskapasiteettia Amazon EC2-instanssien käyttöön. Amazon EBS kiintolevyt ovat instanssin ulkopuolisia varastoja, joten niiden toiminta ei ole instanssin toimivuudesta riippuvaisia. (Amazon Web Services 2012d.)

Amazonin pilvi on samankaltainen fyysisen palvelimen kanssa sillä saralla, että sovelluksen tiedot tallennetaan tehokkaampaan järjestelmään paikallisten kiintolevyjen sijasta. Tätä varten on nopeampi ja monipuolisempi levykapasiteetti Elastic Block Storage- ja Simple Storage Service – lisäpalvelu. Twitter ja Second Life ovat Amazonin tallennuskapasiteetin käyttäjiä. (Heino 2010, 107.)

Petteri Heinon (2010, 107–108.) mukaan Elastic Block Storesta saatava tallennuskapasiteetti käyttäytyy kuten iSCSI- tai FibreChannel-levyjärjestelmästä käyttöön saatava levyalue. Asiakkaan halutessa alkaa käyttämään EBS-levytilaa, hän varaa ensin Amazon Web Servicestä halutun määrän, jonka jälkeen se otetaan käyttöön haluttuun instanssiin käyttöjärjestelmässä olevilla työkaluilla. Levyalueen tiedostojärjestelmä luodaan kuten fyysisissäkin palvelimissa, eli levyalue formatoidaan. Yksi EBS-levyalue on yhden teratavun kokoinen, mutta instanssissa voi olla useitakin levyalueita. Instanssin vikaantuessa tai kadotessa EBS-levypalvelusta on hyötyä. Asiakkaan ei tarvitse, kuin käynnistää uusi instanssi ja ottaa EBS-levyalue uudestaan sen käyttöön. Amazon ilmoittaa, että levyalueet ovat automaattisesti replikoituja samassa konesalissa.

Elastic Block Storesta ostetuista tallennuskapasiteetista maksetaan vain sen verran kuinka paljon sitä käytetään.

### 3.5 Yksinkertainen varastopalvelu - Simple Storage Service (Amazon S3)

Amazon S3 on internetissä, eli pilvessä sijaitseva varasto. Se on suunniteltu tekemään verkon laajuiset laskennat helpommiksi kehittäjille. Amazon S3 tarjoaa yksinkertaisen verkkopalveluiden käyttöliittymän, jota voidaan käyttää varastoimaan ja hakemaan mitä tahansa määrää tietoa, milloin tahansa ja mistä tahansa verkossa. Se antaa kelle tahansa kehittäjälle pääsyn samoihin erittäin skaalautuviin, luotettaviin, nopeisiin ja edullisiin infrastruktuureihin, mitä Amazon käyttää omiin maailmanlaajuisiin sivustojen verkostoon. Palvelu pyrkii maksimoimaan mittakaavojen edut ja siirtämään nämä kehittäjille. (Amazon Web Services 2012e.)

Petteri Heinon (2010, 107–108.) mukaan Simple Storage Service on tarkoitettu pitkäaikaiseen tallennukseen, esimerkiksi varmistamaan tiedot instanssissa. Asiakkaille

S3-palvelun kapasiteetti näkyy yksinkertaistettuina hakemistoina, jonka maksimikoko on viisi gigatavua. Simple Storage Service käyttää objektipohjaista tekniikkaa. Uudet palveluun tallennetut tiedostot saavat itselleen tunnusteen, joka on kaikilla uniikki. Yksittäisen objektin osoitukseen käytetään tätä uniikkia tunnustetta. Tämä uniikki tunniste ja S3:n http-protokollan tuki mahdollistaa tiedostojen yksinkertaisen saavuttamisen URL-osoitteen kautta. Tiedostot eivät kuitenkaan ole kaikkien saatavilla, vaan kapasiteetille voidaan määrittää mistä ip-osoitteesta sitä voidaan käyttää. Amazon takaa talletetuille tiedostoille yli 99,99 % säilyvyyden vuodeksi S3-palvelussa.

S3-palveluun tallennettaessa on mahdollisuus valita EU tai Yhdysvallat tallennuspaikaksi. Tallennuspaikkaa valittaessa kannattaa miettiä tiedonsiirtonopeuksia ja kyseisen maan lainsäädäntöä. EU:n sisällä olevat tiedot ovat Irlannissa, eikä niitä tallenneta koskaan EU:n ulkopuolelle. (Salo 2010, 121.)

### 3.6 Pilvivahti – Amazon CloudWatch

Amazon CloudWatch tarjoaa valvontaa Amazon Web Services resursseille ja sovelluksille, mitä asiakkaat ajavat Amazon Web Servicessä. Kehittäjät ja järjestelmänvalvojat voivat käyttää sitä metriikan keräykseen ja seurantaan, hankkimaan tietoja ja reagoimaan välittömästi, jotta sovellukset ja tehtävät toimivat sujuvasti. Amazon CloudWatch valvoo AWS resursseja, kuten Amazon EC2- ja Amazon RDS DB-instansseja. Amazon CloudWatch voi myös seurata asiakkaan sovelluksiin ja palveluihin liittyvää resurssikulutusta ja suorituskykyä. (Amazon Web Services 2012f.)

### 3.7 Mekaaninen Turkkilainen – Amazon Mechanical Turk

Amazon Mechanical Turk on ihmistyön kauppapaikka. Mechanical Turk web-palvelun avulla yritykset voivat ohjelmallisesti käyttää tätä kauppapaikkaa ja vaadittaessa monipuolista työvoimaa. Kehittäjät voivat hyödyntää tätä palvelua rakentaakseen ihmisen älykkyyttä suoraan heidän sovelluksiinsa. (Amazon Web Services 2012g.)

Yksikkönä Amazon käyttää HITtiä, eli Human Intelligence Taskia. Tarjolla on työtehtäviä ja samalla näkee niistä maksettavan korvauksen. Esimerkiksi yksi



työtehtävä voi olla 0,1 dollaria per HIT ja tarjolla voi olla melkein 3000 HITtiä. (Heino 2010, 113.) Amazon Mechanical Turk on vielä beta-testausvaiheessa. Toisin sanoen jokainen palvelua käyttävä osallistuu samalla palvelun beta-testaukseen.

### 3.8 Muut palvelut

Amazon Web Services tarjoaa myös lukuisia muita palveluita. Tarjolla olevat palvelut liittyvät laskentaan, tietoverkkoihin, sisällön toimitukseen, maksuun ja laskutukseen, tietokantoihin, tallennuskapasiteettiin, käyttöönottoon ja hallintaan, tukeen, verkkoliikenteeseen, sovelluspalveluihin ja työvoimaan.

## 4 HEROKU

Heroku on pilvessä oleva sovellusalusta, jonka perustivat vuonna 2007 Orion Henry, James Lindenbaum ja Adam Wiggings. Herokun mukaan heidän palvelunsa avulla sovelluskehittäjät voivat käyttää 100 % ajastaan sovelluksen koodiin, eikä heidän tarvitse tuhata aikaa palvelimien hallintaan, käyttöönottoon, jatkuviin toimintoihin tai skaalaukseen. (Heroku 2012a.)

Joulukuussa 2010 Salesforce.com osti Herokun 212 miljoonalla dollarilla. Herokun rahoitukseen oli käytetty vain 13 miljoonaa dollaria vuodesta 2007, joka oli sen perustamisvuosi, joten yhtiö teki huiman voiton myynnissään. (Wauters 2010.) Salesforce.com on pilvipalvelualalla toimiva yritys.

Heinäkuussa 2011 Ruby-ohjelmointikielen luoja Yukihiro Matsumoto liittyi Herokun tiimiin pääarkkitehdiksi. Herokusta on tulossa monikielinen alusta. Nyt Ruby, Node.js, Clojure, Java, Python ja Scala ovat tuettuina, mutta silti Ruby-ohjelmointikieli on yksi heidän suosituimmista ohjelmointikielistään. (Heroku 2011a & Heroku 2011b & Heroku 2011c & Heroku 2011d.)

Immo Salon (2010, 140.) mukaan Heroku tarjoaa PaaS-palveluita ja se on erikoistunut Ruby-ohjelmointikieleen. Herokulla oli maaliskuussa vuonna 2010 yli 50 000 ruby-sovellusta. Kuten kilpailijansa, Heroku skaalautuu automaattisesti, tukee monikäyttäjyyttä, on tietoturvallinen ja omaa ajantasaisen ohjelmiston.

Tilin luominen Herokuun on yksinkertaista. Asiakkaalta pyydetään vain sähköpostiosoitetta, jonne Heroku lähettää aktivointilinkin, ja jota painamalla asiakas saa tilinsä aktivoitua. Linkin takana asiakkaalta pyydetään antamaan salasana, jota hän haluaa tulevaisuudessa käyttää tilinsä salasanana. Tämän jälkeen tili on luotu ja asiakas voi katsella omia sovelluksia, joita ei tässä vaiheessa vielä ole, tai lukea pikaoppaan aloittaakseen käyttämään ensimmäistä omaa sovellustaan. Jos asiakas haluaa käyttää lisäosia, hänen täytyy ilmoittaa Herokulle luottokortinsa tiedot. Tämä siksi, koska joitain lisäosien palveluita voidaan väärinkäyttää, joten Heroku käyttää luottokorttia asiakkaan tunnistautumiseen.

#### 4.1 Tietokannat

Heroku tarjoaa asiakkailleen kuutta eri tietokantasuunnitelmaa, jonka asiakas voi ostaa ja johon asiakas voi rakentaa oman tietokantansa. Hinnasto määräytyy käytetyn ajan ja tietokannan koon mukaan. Asiakas maksaa vain siitä mitä käyttää, vuosien sopimuksia ei tarvitse erikseen tehdä.

Tietokannalla on hyvä olla suuri välimuisti. Herokun mukaan kyselyt, jotka tehdään välimuistissa olevaan dataan, ovat 100–1000 kertaa nopeammat verrattuna kyselyihin, jotka tehdään täydelliseen dataan. (Heroku 2012d.)

Herokun tietokannat ovat sopivia suuren mittakaavan tuotantosovelluksiin. Kaikilla tarjottavilla suunnitelmissa voi olla maksimissaan 1 TB tietokanta. (Heroku 2012b.) Kuva kuusi kuvaa Herokun tarjoamia tietokantoja ja niiden hintoja.

					
<b>Ronin</b>	<b>Fugu</b>	<b>Ika</b>	<b>Zilla</b>	<b>Baku</b>	<b>Mecha</b>
1.7 GB Cache	1.7 GB / 5x CPU	7.5 GB Cache	17 GB Cache	34 GB Cache	68 GB Cache
\$ 200	\$ 400	\$ 800	\$ 1,600	\$ 3,200	\$ 6,400

**Kuva 6.** Herokun tietokannat (Heroku 2012b)

Heroku tarjoaa myös jaettuja tietokantoja, jotka soveltuvat lavastuksen, testauksen ja matalan mittakaavan tuotannon sovelluksiin. Palvelu on ilmainen 5 MB tietokannan verran, mutta jos asiakas haluaa 20 GB käyttöön, niin palvelu maksaa silloin 15 \$. (Heroku 2012b.)

Jokainen Heroku tietokanta sisältää 24x7 seurannan, teknisen tuen, 1 teratavun verran tallennustilaa, päivittävät automatisoidut otokset tietokannasta, ”fork & follow”-toiminnon, reaaliaikaisen varmuuskopioinnin, suoran yhteyden millä tahansa PostgreSQL-ohjelmalla, kovennetun turvallisuusympäristön, dataleikkeitä ja postgres 9.1.3:n. (Heroku 2012c.) Näistä palveluista kerrotaan enemmän seuraavassa kappaleessa.

## 4.2 Palvelut

Herokun Fork-palvelu, eli kopiointi, luo täydellisen kloonin tietokannasta yhdellä komennolla. Fork-palvelu on hyvä työkalu testaukseen. Tietokannasta voi tehdä kopion ja ajaa testit häiritsemättä käytössä olevaa tietokantaa. (Heroku 2012d.) Herokun Fork-palvelu on vielä beta-testausvaiheessa.

Follow-palvelulla tietokannasta voi tehdä ”seuraajia”. Nämä ovat asynkronisia jäljennöksiä tietokannasta, jotka ovat kirjoitussuojattuja. ”Seuraajat” pysyvät ajan tasalla tietokannan muutoksien tapahtuessa ja niihin voidaan lähettää kyselyitä. Perinteisesti jäljennöksen perustaminen ja ylläpitäminen on vaikea ja vaatii erikoistumista, mutta Follow-palvelulla homma on yksinkertaista. ”Seuraajat” sopivat reaaliaikaiseen analytiikkaan, jossa niitä käytetään tekemään kalliita kyselyitä ajantasaiseen tietoon, tämän vaikuttamatta sovelluksen nopeuteen ja saatavuuteen. (Heroku 2012d.) Herokun Follow-palvelu on vielä beta-testausvaiheessa, kuten Fork-palvelukin.

Herokun tietokannoilla on jatkuva suojaus. Jokainen dataan tehty muutos kirjataan lokeihin, jotka lähetetään datakeskuksen varastoihin. Vakavan laitevian sattuessa, nämä lokit voidaan automaattisesti toistaa, mikä korjaa tietokannan sekunneissa sen viimeiseen tiedossa olevaan tilaan. (Heroku 2012d.)

Heroku tietokannat ovat monipääsisiä, eli niitä voidaan käyttää missä vain millä tahansa Postgres-sovelluksella. Sovellukset voivat muodostaa yhteyden Heroku tietokantoihin Herokusta, Google App Enginestä, Microsoft Azuresta, Cloud Foundrysta, EC2:sta tai paikalliselta tietokoneelta. (Heroku 2012d.)

Herokulla on automaattinen tietokantojen valvonta toiminnassa 24/7. Ongelman ilmentyessä automaattinen palautusjärjestelmä palauttaa toimivan version tietokannasta minuuteissa. (Heroku 2012d.)

## 4.3 Lisäosat

Lisäosilla voidaan ehostaa omia sovelluksia. Herokun lisäosien perusversio on yleensä maksuton, mutta jos asiakas haluaa tehokkaamman version lisäosasta, niin hän joutuu silloin maksamaan siitä tietyn summan per kuukausi. Monilla lisäosilla on myös beta-testaus menossa, joten lisäosia voi silloin kokeilla ilmaiseksi ja liittyä testaukseen mukaan. Asiakas pystyy myös rakentamaan omia lisäosiaan, jos osaamista vain löytyy. Heroku tarjoaa lisäosien rakennusta varten oppaan.

Moonshado SMS lisäosa tarjoaa käyttöliittymän Moonshado-SMS yhdyskäytävän ja asiakkaan sovelluksen välille, tarjoten tekstiviestien toimituksen 198 maahan/620 palveluntarjoajalle ympäri maailman. Ilmaiseen versioon sisältyy 500 krediittiä. Tekstiviestien toimittamisen raportointi ja tuki on tarjolla vain ainoastaan Yhdysvaltojen palveluntarjoajiin. (Heroku 2012e.)

Redis To Go on kehittynyt avain-arvo varasto. Koko aineisto varastoidaan muistiin, mutta tallennetaan levyille asynkronisesti. Redis To Go -lisäosassa arvot voivat olla merkkijonoja, luetteloita, sarjoja, järjestettyjä sarjoja ja tarkisteita. Kaikkiin maksullisiin versioihin kuuluu varmuuskopiointi. Ilmaiseen versioon kuuluu 5 MB Redis-instanssi ja yksi tietokanta, johon voi olla 10 yhteyttä. (Heroku 2012f.)

Panda Stream on videoiden koodauspalvelu, jossa on tehokas ohjelmointirajapinta. Panda mahdollistaa helpon videoiden latauksen, koodauksen ja suoratoiston mahdollisuuden asiakkaan sovelluksiin. Käyttämällä ohjelmointirajapintaa suoraan tai jQuery-liitääntää käyttäen, asiakas voi ladata lähes kaikkia suosituimpia videoformaatteja ja Panda muuntaa sen kaikkiin suosituimpiin formaatteihin, joita tarvitaan verkko- ja mobiili-toistoon. Ilmaisversioon kuuluu ohjelmointirajapinnan kokeilu, 10 MB rajoitus ladattuihin tiedostoihin ja mahdollisuus yhteen samanaikaiseen koodaukseen. Maksetut versiot tarjoavat enemmän mahdollisuuksia. (Heroku 2012g.)

Heroku tarjoaa myös lukuisia muita lisäosia melkeinpä mihin tarpeeseen vain. Lisäosat lisäävät omaan asiakastiliin, jonka jälkeen ne asennetaan yksinkertaisella install-komennolla.

## 5 ZOHO

Zoho Corporation on yksityisessä omistuksessa oleva yritys, joka on perustettu vuonna 1996. Yhtiön nimi oli vuoteen 2009 asti AdventNet Inc. Zoholla on toimistoja Californiassa, Austinissa, New Jerseyssä, Chennaissa, Singaporessa, Tokiossa ja Pekingissä. Zoho Corp. palvelee laajaa asiakaskuntaa IT-yrityksistä tietoverkko ja telekommunikaatio asiakkaisiin. Zoho Corp. on saavuttanut merkittävää kasvua vuosien saatossa. (Zoho 2012a.) Zohon liikevaihto on yli 50 miljoonaa dollaria vuosittain. (Lohr 2009.)

Zoho Corporation jakautuu kolmeen eri osa-alueeseen. Nämä osa-alueet ovat:

- ManageEngine
- WebNms
- Zoho (Zoho 2012a.)

ManageEngine on yritysten tietohallint-sovellusten tuottaja, joka tarjoaa yrityksille maailmanlaajuisesti kehikkoja tietoverkoston hallintaan. Maailmanlaajuisesti palvelulla on yli 50 000 asiakasta. (Zoho 2012a.)

WebNMS keskittyy verkko- ja telekommunikaatiosektorin laitevalmistajien (OEM) tarpeisiin (Zoho 2012a.).

Zoho tarjoaa liiketoiminnallisia, produktiivisia ja yhteistuotannollisia sovelluksia. Asiakkaat käyttävät Zoho-sovelluksia liiketoiminnallisiin prosesseihin, tietojen hallitsemiseen ja ollakseen tuottavampia. Tähän mennessä Zoho.com on julkaissut yli 25 verkkosovellusta. (Zoho 2012a.)

Kirjautuminen Zoho asiakkaaksi on helppoa ja ilmaista. Tiliä luodessa asiakkaan täytyy ilmoittaa sähköpostiosoite ja salasana mitä haluaa käyttää. Samalla asiakkaan täytyy hyväksyä käyttöehdot ja yksityisyyden suoja. Zoho lähettää viestin asiakkaan ilmoittamaan sähköpostiosoitteeseen, jossa asiakkaan täytyy 7 päivän kuluessa aktivoida tilinsä.

## 5.1 Tarjotut SaaS-palvelut

Zoho erikoistuu SaaS-palveluihin. Zoholta löytyy suuri määrä sovelluksia henkilökohtaiseen käyttöön, kuin myös yrityskäyttöön. Sovellukset auttavat asiakkaita kollaboraatiossa, mikä tekee verkossa tapahtuvasta tiimityöskentelystä tehokkaampaa. Sovellukset auttavat myös liiketoiminnassa, joka tekee siitä tehokasta ja aikaa säästävää ja tuottavuudessa, joka lisää tuotantokapasiteettia.

Sovellukset ovat pääosin ilmaisia yksityiskäyttöön, tiettyyn pisteeseen asti, mutta jos asiakas haluaa ottaa kaiken hyödyn irti sovelluksista yrityskäytössä, niin hänen täytyy yleensä maksaa jonkin sortin korvaus per kuukausi.

### 5.1.1 Kollaboraatio-sovellukset

Zoho tarjoaa kollaboraatio-sovelluksia moniin eri tarkoituksiin. Asiakas voi käyttää Chat-sovellusta, jonka avulla voidaan olla reaaliaikaisesti yhteydessä työkavereihin ja yhteistyökumppaneihin. Sovellus mahdollistaa esimerkiksi työpöydän jakamisen työkavereille. Chat-sovellukseen voidaan kirjautua omalla Zoho-tunnuksella ja kirjautuminen Google, Yahoo tai Facebook tilin kautta on myös tuettuna. (Zoho 2011a.)

Docs-sovellus mahdollistaa dokumenttien luonnin, varastoinnin ja hallinnoinnin yhteen keskitettyyn sijaintiin. Sovelluksen avulla asiakas voi ladata, luoda, editoida ja jakaa dokumentit muille henkilöille tai jopa ryhmille, milloin vain ja missä vain. Ilmaisversio sisältää 1 GB varaston kaikille käyttäjille, maksullinen versio alkaa kolmesta dollarista ylöspäin per käyttäjä. (Zoho 2012b.)

Projects-sovelluksen avulla asiakas voi hallita ja seurata lukuisia verkossa olevia projekteja. Sovelluksessa on myös bugien jäljitys, joka helpottaa asiakasta jäljittämään ja korjaamaan bugit nopeasti. (Zoho 2012c.)

### 5.1.2 Liiketoimintasovellukset

Books-sovelluksen avulla asiakas voi pitää kirjaa kuinka paljon rahaa yritys tuottaa. Sovellus mahdollistaa laskujen ja asiakkaiden hallinnan verkossa. Books-sovelluksella voi hallita ja ohjata kuluja ja menoja. Sovellus myös mahdollistaa pankki- ja luottokorttimaksujen tallennuksen ja seurannan, kuten varojen siirrot, kustannukset, luotot ja palautukset. Sovelluksen voi jakaa kenelle tahansa yrityksessä, esimerkiksi tilintarkastajalle tai kirjanpitäjälle. (Zoho 2012d.)

Zoho Creator on tietokantaohjelmisto, jonka avulla asiakas voi rakentaa verkkopohjaisia tietokantasovelluksia järjestämään yrityksen tietoja. Verkossa sijaitsevan tietokantaohjelmiston avulla voidaan varastoida kriittistä liiketoiminnallista tietoa pilveen, jonne kaikki luvan saaneet voivat helposti päästä milloin vain. Zoho Creator tietokantaohjelmistolla on yli 400 000 käyttäjää ja yli 100 000 tietokantaa on tehty vuoteen 2011 mennessä. (Zoho 2011b.)

### 5.1.3 Tuottavuussovellukset

Writer-sovelluksella asiakas voi luoda dokumentteja verkossa. Dokumentteja voidaan jakaa helposti työkavereille tai ryhmille. Sovellus tukee myös tilanteita, joissa verkkoyhteys ei ole mahdollista. Dokumentteja voidaan hallita ja editoida ja kun asiakkaalla on seuraavan kerran internetyhteys, niin dokumentti synkronisoidaan verkossa. (Zoho 2010.)

Zoho tarjoaa sovelluksia myös kalenterin suunnitteluun ja hallintaan, muistioiden tekemiseen, verkossa tehtäviin esitelmiin ja taulukkolaskentojen tekemiseen ja jakamiseen verkossa (Zoho 2011c).

## 5.2 Zoho Creator

Zoho Creator on PaaS-palvelu, jolla voidaan kehittää ja ajaa tietokantoja ilman infrastruktuurin kustannuksia. Zoho Creator -alusta tarjoaa koko elinkaaren sovellusten kehityksestä niiden tarjontaan verkossa. Asiakkaan ei tarvitse osata koodata käyttääkseen palvelua. Asiakkaan ei myöskään tarvitse asentaa ohjelmistoja tai ostaa ja ylläpitää servereitä. (Zoho 2011d.)



Zoho Creator on kuin verkossa oleva Microsoft Access. Kaikki tietokannat sijaitsevat pilvessä, joten sovellusten tekemiseen tarvitaan vain verkkoselain. Palvelu mahdollistaa myös tietokantojen jakamisen kenelle tahansa maailman ympäri. Palvelussa on vedä ja pudota –käyttöliittymä, joten käyttö ei vaadi asiakkaalta aiempaa tietämystä koodauksesta. Zohon mukaan 60 % palvelun käyttäjistä ei omaa teknistä asiantuntemusta, mutta he silti rakentavat omia sovelluksiaan. (Zoho 2011e.)

Zoho Creatorilla on monta eri suunnitelmaa, jonka asiakas voi ostaa. Perusversio maksaa 15 \$ per kuukausi. Suunnitelmaan kuuluu 3 käyttäjän tuki, rajoittamaton määrä sovelluksia, 6 000 tietuetta, 5 raporttia, 500 MB varasto ja järjestelijä. Suunnitelmia on yhteensä kuusi ja palvelut paranevat sitä mukaa mitä enemmän asiakas on valmis maksamaan per kuukausi. Kaikkia suunnitelmia voidaan kokeilla 15 päivää ilmaiseksi. Asiakas voi myös käyttää palvelua rajoittamattomasti ilmaiseksi, mutta silloin palvelut ovat heikommat. Ilmaiseen suunnitelmaan kuuluu 3 sovellusta, 2 käyttäjää, 1 000 tietuetta, 2 raporttia ja 200 MB varasto. (Zoho 2011f.)

## 6 VERTAILU

### 6.1 Hinnat

Jokaisella pilvipalveluntarjoajalla on oma tapansa laskuttaa asiakkaita. Jotkut palveluntarjoajat tarjoavat ylimääräisiä palveluita lisähintaan tai joskus jopa ilmaiseksi. Maksusopimukset vaihtelevat käytetyn palvelun ja sen käytön mukaan. Palveluista yleensä maksetaan käytettyjen tuntien mukaan tai kiinteästi kuukausi kerrallaan. Vertailuun otetut hinnat ovat päivältä 27.3.2012.

Amazon Web Servicessä hinnoittelu hoidetaan tuntikohtaisesti. Palvelusta maksetaan tunti kerrallaan vaikka se olisi käyttämättömänä. Hinnoittelu käytön mukaan tuntikohtaisesti tulee halvemmaksi verrattuna kiinteään kuukausihintaan, jos palvelua käytetään vain esimerkiksi kaksi viikkoa kuukaudessa. Jos palvelua käytetään kuukauden jokaisena päivänä, niin kiinteä kuukausittainen hinta tulee halvemmaksi, koska se sisältää alennuksen. Herokussa palvelut hinnoitellaan tuntikohtaisesti ja osa palveluista hinnoitellaan kiinteästi kuukausihinnalla. Zohossa palvelut ovat hinnoiteltu kiinteällä kuukausihinnalla.

Vertailtavien pilvipalveluntarjoajien hinnoittelutavat eroavat toisistaan huomattavasti, joten hintojen vertailu suoritetaan mahdollisuuksien mukaan tuntihintojen, sekä kuukausihintojen osalta. Tämä siksi, koska Zohossa ei ole mahdollisuutta ostaa palveluita tuntien mukaan, kuten kahdessa muussa vertailtavassa pilvipalvelussa, vaan ainoa mahdollisuus on ostaa palvelu kiinteällä kuukausihinnalla.

#### 6.1.1 Amazon Web Services

Amazon Web Services sisältää lukuisia palveluita, jotka ovat ilmaisia, tietyin ehdoin. Amazon S3 on ilmainen ensimmäisen vuoden ajan asiakkaan tilin luomisesta. Ensimmäiseen vuoteen kuuluu 5 GB Amazon S3 tallennustilaa, 20 000 Get-kyselyä, 2 000 Put-kyselyä ja 15 GB tiedonsiirtoa joka kuukausi vuoden ajan. Amazon CloudWatch on myös ilmainen samoin ehdoin, kuin Amazon S3. Auto Scaling sisältyy

CloudWatch –palveluun. Amazon EC2-palvelun asiakkaat ovat automaattisesti rekisteröityneet myös Elastic Load Balancing -palvelun käyttäjiksi.

Amazonilla palvelut ovat ostettavissa useilta eri alueilta maantieteellisesti. Tämän opinnäytetyön vertailu tehdään Euroopassa (Irlanti) sijaitsevan palvelun hintoihin. Tämä siksi, koska jos suomalaiset yritykset vuokraavat konesaleja esimerkiksi Aasiasta, niin silloin tiedonsiirtonopeudet voivat hyvinkin tulla pullonkaulaksi. Tämä tosin riippuu siitä tarjoaako yritys palveluita aasialaisille, mutta tässä työssä oletetaan, että yritykset tarjoavat palveluita suomalaisille.

### **Elastinen pilvilaskenta - Amazon EC2**

Taulukko yksi esittää Amazon EC2 –palvelun hinnaston. Hinnat ovat Amazonin konesaleille, jotka sijaitsevat Euroopassa (Irlanti). Instansseista ovat valittavina lukuisia eri vaihtoehtoja tehon, muistin, laskennan ja käyttöjärjestelmän mukaan.

**Taulukko 1.** Amazon EC2 hinnasto (Amazon Web Services 2012a)

<b>Standardi-instanssi</b>	<b>Linux/UNIX käyttö</b>	<b>Windows käyttö</b>
Small (Vakio)	0.090 \$ per tunti	0.115 \$ per tunti
Medium	0.180 \$ per tunti	0.230 \$ per tunti
Large	0.360 \$ per tunti	0.460 \$ per tunti
Extra Large	0.720 \$ per tunti	0.920 \$ per tunti
<b>Mikro instanssi</b>		
Mikro	0.025 \$ per tunti	0.035 \$ per tunti
<b>Korkean muistin instanssi</b>		
Extra Large	0.506 \$ per tunti	0.570 \$ per tunti
Double Extra Large	1.012 \$ per tunti	1.140 \$ per tunti
Quadruple Extra Large	2.024 \$ per tunti	2.280 \$ per tunti
<b>Korkean laskennan instanssi</b>		
Medium	0.186 \$ per tunti	0.285 \$ per tunti
Extra Large	0.744 \$ per tunti	1.140 \$ per tunti
<b>Klusterilaskennan intanssi</b>		
Quadruple Extra Large	N/A*	N/A*
<b>Klusteri GPU instanssi</b>		
Quadruple Extra Large	N/A*	N/A*
*Klusterilaskenta- ja Klusteri GPU -instanssit eivät ole saatavilla EU:ssa.		

**Elastinen kuormantasaaja - Elastic Load Balancing**

Taulukko kaksi esittää Elastic Load Balancing hinnaston. Hinnat ovat Euroopan (Irlanti) alueelle.

**Taulukko 2.** Elastic Load Balancing hinnasto (Amazon Web Services 2012a)

<b>Elastic Load Balancing</b>
0.028 \$ jokaista Elastic Load Balancer tuntia tai vajaatuntia kohden
0.008 \$ jokaista GB dataa kohden, jonka Elastic Load Balancer käsittelee

### Elastinen lohkotallennus - Elastic Block Store

Taulukko kolme esittää Elastic Block Storen hinnaston. Hinnat ovat Euroopan (Irlanti) alueelle.

**Taulukko 3.** Elastic Block Store hinnasto (Amazon Web Services 2012a)

<b>Amazon EBS -levyt</b>	
Varattu tallennustila	0.11 \$ / GB per kuukausi
I/O pyynnöt	0.11 \$ / 1 miljoona
<b>Amazon EBS otokset Amazon S3:een</b>	
Varastoitu data	0.125 \$ / GB per kuukausi

### Yksinkertainen varastopalvelu - Amazon Simple Storage Service (S3)

Taulukko neljä esittää Amazon S3-palvelun varastoinnin hinnaston. Palvelussa maksetaan vain siitä mitä käytetään. Mitä suurempi määrä tietoa varastoidaan, sitä halvemmaksi hinnat muuttuvat. Hinnat ovat Euroopan (Irlanti) alueelle.

**Taulukko 4.** Amazon Simple Storage Service hinnasto (Amazon Web Services 2012e)

	<b>Varasto</b>	<b>Pelkistetty redundanssivarasto</b>
Ensimmäinen 1 TB / kk	0.125 \$ per GB	0.093 \$ per GB
Seuraava 49 TB / kk	0.110 \$ per GB	0.083 \$ per GB
Seuraava 450 TB / kk	0.095 \$ per GB	0.073 \$ per GB
Seuraava 500 TB / kk	0.090 \$ per GB	0.063 \$ per GB
Seuraava 4000 TB / kk	0.080 \$ per GB	0.053 \$ per GB
Yli 5000 TB / kk	0.055 \$ per GB	0.037 \$ per GB

Taulukko viisi esittää Amazon S3-palvelun tiedonsiirron hinnaston. Tiedonsiirto sisään ja tiedonsiirto ulos viittaa liikenteeseen, joka kulkee sisään ja ulos Amazon S3 alueella. Hinnat ovat Euroopan (Irlanti) alueelle.

**Taulukko 5.** Amazon S3-palvelun tiedonsiirtohinnot (Amazon Web Services 2012e)

<b>Tiedonsiirto sisään</b>	<b>Hinta</b>
Kaikki sisääntuleva tiedonsiirto	0.000 \$ per GB
<b>Tiedonsiirto ulos</b>	
Ensimmäinen 1 GB / kk	0.000 \$ per GB
10 TB:iin asti / kk	0.120 \$ per GB
Seuraavat 40 TB / kk	0.090 \$ per GB
Seuraavat 100 TB / kk	0.070 \$ per GB
Seuraavat 350 TB / kk	0.050 \$ per GB
Seuraavat 524 TB / kk	Ota yhteyttä Amazoniin
Seuraavat 4 PB / kk	Ota yhteyttä Amazoniin
Yli 5 PB / kk	Ota yhteyttä Amazoniin

**Pilvivahti - Amazon CloudWatch**

Amazon EC2:n yksityiskohtaisesta seurannasta veloitetaan vakio Amazon CloudWatch hinta 0.50 \$ / metriikka per kuukausi. Jokainen instanssi sisältää seitsemän metriikkaa, joka maksaa yhteensä 3.50 \$ per kuukausi. Osittaisista kuukausista veloitetaan noin 0.005 \$ / instanssi-tunti. (Amazon Web Services 2012a)

Taulukko kuusi esittää Amazon CloudWatch hinnastoja. Hinnat ovat Euroopan (Irlanti) alueelle.

**Taulukko 6.** Amazon CloudWatch hinnasto (Amazon Web Services 2012a)

Yksityiskohtainen seuranta EC2 instansseille	3.50 \$ / instanssi per kuukausi minuutin välein
Perusseuranta EC2 instansseille	0.00 \$ / instanssi per kuukausi 5 minuutin välein
Mukautettujen metriikoiden seuranta	0.50 \$ / metriikka per kuukausi

### 6.1.2 Heroku

Heroku tarjoaa yhden verkkodynamometrin (web dyno) tai yhden työntekijädynamometrin (worker dyno) asiakkaiden käyttöön veloituksetta 720 tuntia kuukaudessa. Verkkodynamometri on yksi verkkoprosessi, joka ajaa asiakkaan koodia ja vastaa http-pyyntöihin. Mitä enemmän verkkodynamometrejä on käytössä, niin sitä enemmän voidaan ajaa prosesseja samanaikaisesti. Yksi ensimmäisen verkkodynamometrin lisänä oleva verkkodynamometri maksaa 0.05 \$ / tunti. Työntekijädynamometri on yksi taustalla suoritettava prosessi, joka ajaa koodia ja käsittelee töitä jonosta. Mitä enemmän työntekijädynamometrejä on käytössä, niin sitä enemmän kapasiteettia on saatavilla. Työntekijädynamometrit maksavat myös 0.05 \$ / tunti. (Heroku 2012h.)

#### Tietokannat

Taulukko seitsemän esittää Herokun tietokantojen hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja.

**Taulukko 7.** Herokun tietokantojen hinnasto (Heroku 2012h)

Tietokannan nimi	Välimuistin määrä	Hinta
Ronin	1.7 GB	200 \$
Fugu	1.7 GB / 5x CPU	400 \$
Ika	7.5 GB	800 \$
Zilla	17 GB	1 600 \$
Baku	34 GB	3 200 \$
Mecha	68 GB	6 400 \$

#### Lisäosat

Taulukko kahdeksan esittää Moonshado SMS-lisäosan hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja.

**Taulukko 8.** Moonshado SMS hinnasto (Heroku 2012e)

	<b>Krediitit</b>	<b>Tuettujen palveluntarjoajien lkm.</b>	<b>Hinta</b>
Ilmainen	500	US ainoastaan	0.00 \$
Perus	5000	US ainoastaan	5.00 \$
Plus	20 000	620	20.00 \$
Premium	100 000	620	100.00 \$
Max	350 000	620	350.00 \$

Taulukko yhdeksän esittää Redis To Go –lisäosan hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja.

**Taulukko 9.** Redis To Go hinnasto (Heroku 2012f)

	<b>Instanssin koko</b>	<b>Tietokantojen lkm.</b>	<b>Varmuuskopiointi</b>	<b>Yhteyksien lkm.</b>	<b>Hinta</b>
Nano	5 MB	1	Ei	10	0 \$
Mini	20 MB	1	On	50	5 \$
Pieni	100 MB	1	Päivittäin	256	25 \$
Medium	500 MB	3	Päivittäin	512	110 \$
Suuri	2 GB	10	Päivittäin	1024	300 \$
Super	10 GB	20	Päivittäin	N/A	1 000 \$
Mega	50 GB	50	Päivittäin	N/A	4 000 \$

Taulukko kymmenen esittää Panda Stream –lisäosan hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja.

**Taulukko 10.** Panda Stream hinnasto (Heroku 2012g)

	<b>Yhtäaikaiset koodaukset</b>	<b>Hinta</b>
Sandbox	1	0.00 \$ / kokeilu
Solo	1	99.00 \$
Duo	2	198.00 \$
Quad	4	396.00 \$



### 6.1.3 Zoho

Zohon palvelut ovat hinnoiteltu kuukausi- tai vuosihinnoin. Palveluista löytyy yleensä ilmainen versio ja tämän lisäksi erillisiä maksullisia versioita. Liittymällä johonkin tiettyyn palveluun vuosittaisella maksusuunnitelmalla ei silti sido asiakasta vuodeksi maksamaan palvelusta, vaan palvelun käyttö voidaan lopettaa milloin vain. Suunnitelmaa voidaan myös muuttaa alempaan ja huokeampaan versioon tai päivittää kalliimpaan versioon kesken maksusuunnitelman.

#### Zoho Docs

Taulukko yksitoista esittää Zoho Docs –palvelun hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja ja hinnoiteltu vain yhdelle käyttäjälle.

**Taulukko 11.** Zoho Docs hinnasto (Zoho 2012e)

	<b>Työtilat</b>	<b>Tallennustila</b>	<b>Hinta</b>
Ilmainen	1	1 GB	0.00 \$
Standard	10	1 GB*	3.00 \$ / käyttäjä
Premium	20	1 GB*	5.00 \$ / käyttäjä
*3.00 \$ jokaisesta ylimääräisestä 5 GB:sta.			

#### Zoho Projects

Taulukko kaksitoista esittää Zoho Projects –palvelun hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja.

**Taulukko 12.** Zoho Projects hinnasto (Zoho 2012f)

	<b>Tallennustila</b>	<b>Projektit</b>	<b>Mallipohjat</b>	<b>Hinta</b>
Ilmainen	10 MB	1	0	0.00 \$
Express	5 GB	20	8	20.00 \$
Premium	15 GB	50	10	35.00 \$
Enterprise	30 GB	Rajaton	20	80.00 \$

#### Zoho Books

Zoho Books –sovellus maksaa 24 \$ per kuukausi, tai vaihtoehtoisesti 240 \$ per vuosi. Palvelu sisältää pääsyn kahdelle käyttäjälle. Ylimääräisistä käyttäjistä joudutaan maksamaan 5 \$ per kuukausi / käyttäjä. (Zoho 2012g.)

### Zoho Creator

Taulukko kolmetoista esittää Zoho Creator –palvelun hinnastoa. Hinnat ovat kuukausihintoja. Suunnitelmat jakautuvat kahteen eri kategoriaan. Tavallisen kategorian alla on neljä suunnitelmaa ja pika-kategorian alla on kaksi suunnitelmaa.

**Taulukko 13.** Zoho Creator hinnasto (Zoho 2011f)

	Käyttäjät	Sovellukset	Tietueet	Raportit	Tallennustila	Hinta
Ilmainen	2	3	1 000	2	200 MB	0 \$
<b>Tavalliset suunnitelmat</b>						
Perus	3	Rajaton	6 000	5	500 MB	15 \$
Standard	5	Rajaton	10 000	10	1 GB	25 \$
Professional	10	Rajaton	20 000	Rajaton	2 GB	45 \$
Enterprise	50	Rajaton	100 000	Rajaton	7 GB	175 \$
<b>Pika-suunnitelmat</b>						
Standard	Rajaton	Rajaton	2 000	10	100 MB	49 \$
Professional	Rajaton	Rajaton	10 000	Rajaton	200 MB	99 \$

## 6.2 Ominaisuudet

Vertailtavat pilvipalveluntarjoajat ovat hyvinkin erilaisia, joten vertailuun on otettu vain yleisempiä ja oleellisia ominaisuuksia. Zohon kohdalla vertailuun on yhdistetty Zohon tarjoamat SaaS-palvelut ja Zoho Creatorin tarjoamat PaaS-palvelut. Taulukko 14 esittää opinnäytetyössäni vertailtavien pilvipalveluntarjoajien ominaisuuksia.

**Taulukko 14.** Pilvipalveluntarjoajien ominaisuudet

Ominaisuudet	Amazon Web Services	Heroku	Zoho
Palvelun pääluokka	IaaS	PaaS	SaaS & PaaS
Ohjelmointikielet	Lukuisat	Ruby, Node.js, Clojure, Java, Python ja Scala	Lukuisat
Varmuuskopiointi	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Varastotila	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Tietokanta	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Skaalautuvuus	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Monikäyttäjäisyys	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Lisäosat	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Ilmainen kokeilu, tietyin ehdoin	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Ilmainen käyttö aina, tietyin ehdoin	Ei	Kyllä	Kyllä

Taulukosta 14 voidaan todeta, että vertailtavien pilvipalveluntarjoajien ominaisuudet ovat hyvinkin samankaltaiset, ainoastaan palveluiden pääluokat eriävät. Pilvipalveluntarjoajien hinnoittelusuunnitelmat ovat hyvinkin erilaiset hintojen, tarjottujen palveluiden ja keston suhteen. Tämän opinnäytetyön vertailussa olevat pilvipalveluntarjoajat eroavat hyvinkin paljon tarjoamiltaan palveluilta. Tämä siksi, koska Amazon Web Services tarjoaa IaaS-palveluita, Heroku PaaS-palveluita ja Zoho SaaS- ja PaaS-palveluita.

## 7 YHTEENVETO

Pienille yrityksille pilvipalvelut ovat hyvä vaihtoehto, koska yritystä perustaessa ei tarvitse tehdä suuria investointeja, vaan konesalit ja palvelut voidaan vuokrata suoraan ”pilvestä”, maksetaan vain siitä, mitä tarvitaan ja käytetään. On kuitenkin selvää, että pilvipalvelut sopivat mainiosti yrityksille kokoon katsomatta. Pilvipalveluiden tärkeät piirteet ja edut ovat itsepalvelullisuus, helppo saatavuus kaikkialta, joustavuus ja hinnoittelu.

Mielestäni pilvityypeistä pienille ja keskisuurille yrityksille sopisi parhaiten yhteisöllinen pilvi tai julkinen pilvi. Tämä siksi, koska muussa tapauksessa kustannukset voisivat nousta liian suuriksi, varsinkin pienille yrityksille.

Pilvipalveluiden pääluokan valinta tapahtuu käyttötarkoituksen mukaan. PaaS-, IaaS- ja SaaS-palveluista löytyy sopiva vaihtoehto minkä tahansa kokoluokan yritykselle.

Vertailussa olevien pilvipalveluntarjoajien järjestelmät eroavat huomattavasti toisistaan, joten vertailua oli hieman hankalaa tehdä. Hinnoittelusuunnitelmat ovat myös hyvin erilaisia, joten hintoja on vaikea verrata suoraan toisiinsa.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli perehtyä pilvipalveluihin, määritellä pilvipalvelu käsitteenä ja perehtyä myös käsitteisiin IaaS (Infrastructure as a Service), SaaS (Software as a Service) ja PaaS (Platform as a Service). Haluttiin myös löytää vastaukset siihen, mikä pilvipalveluntarjoaja valitusta kolmesta palveluntarjoajasta tarjoaa laajimmat ominaisuudet yrityksille ja mikä kolmesta pilvipalveluntarjoajasta on edullisin. Vertailua hankaloittivat hinnoittelusuunnitelmien eroavaisuudet ja myös se, että tietoa palveluntarjoajista löytyi suurimmaksi osaksi vain palveluntarjoajien omilta sivuilta, varsinkin Herokun ja Zohon kohdalla. Mielestäni työn tavoitteet saavutettiin ja pilvipalvelut käsitteenä saatiin selvitettyä.

Jatkotutkimuksia samaisesta aiheesta voidaan mielestäni tehdä. Opinnäytetyössäni olevat kolme pilvipalveluntarjoajaa tarjoavat paljon enemmänkin palveluita, mitä tässä työssä on ollut mahdollista esitellä. Jatkotutkimuksissa voidaan esimerkiksi keskittyä yhteen pilvipalveluntarjoajaan ja tehdä selvitys kyseisestä palveluntarjoajasta vielä syvällisemmin. Pilvipalveluntarjoajien tarjoamia palveluita voidaan myös kokeilla

enemmän jatkotutkimuksessa ja tehdä alustoilla niiden tarjoamia sovelluksia tai palveluita.

### 7.1 Amazon Web Services

Amazon Web Services on vertailtavista kohteista kaikista suurin. Palvelut saadaan käyttöön luottokortilla ja asiakas maksaa siitä, mitä käyttää. Hinnat ovat julkisesti nähtävillä ja kaikille samat, niin kuin muissakin vertailtavissa kohteissa. Amazon Web Servicen hinnoittelu eroaa muista vertailukohteista spottihinnoissaan. Spottihinnat ovat muuttuvia hintoja Amazonin palveluille. Amazon tarjoaa virtuaalisia palvelimia, joten sen tarjoamat eroavat muista vertailukohteista. Amazon siis vuokraa virtuaalipalvelimia, johon asiakas asentaa itse tarvitsemansa sovellukset ja käyttöjärjestelmän, mikä tekee siitä hyvinkin joustavan verrattuna muihin tässä työssä oleviin vertailukohteisiin. Tämä antaa Amazon Web Services asiakkaille erittäin vapaat kädet, mihin ja miten asiakas palvelua haluaa käyttää.

Amazon Web Services tarjoaa laajimmat palvelut verrattuna Herokuun ja Zohoon. Amazonin tarjoamat palvelut ovat kuitenkin hyvin erilaisia verrattuna muihin vertailukohteisiin, joten Amazon ei kuitenkaan kata kaikkea sitä, mitä Heroku ja Zoho tarjoavat.

Amazon Web Serviceen rekisteröinti on samankaltainen Herokun kanssa, koska molemmat pilvipalveluntarjoajat haluavat asiakkaan ilmoittavan luottokorttinsa tiedot. Luottokorttia kysytään tunnistautumisen vuoksi.

Amazon Web Services eroaa muista vertailukohteista siinä, että se antaa mahdollisuuden valita maantieteellisesti kohteen, mistä palvelut vuokrataan.

Haittana voidaan nähdä se, että kuten muissakin IaaS-palveluissa, käyttäjällä itsellään on suuri vastuu. Käyttäjä joutuu itse huolehtimaan asioista, esimerkiksi hankkimaan käyttöjärjestelmät ja sovellukset. Lisenssit voivat käydä yritykselle hyvinkin kalliiksi. Yritys myös tarvitsee osaavan henkilöstön palvelun käyttöön.

## 7.2 Heroku

Asiakkaan täytyy ilmoittaa Herokulle luottokorttinsa tiedot halutessaan käyttää lisäosia. Tätä käytetään asiakkaan tunnistautumiseen, ettei palveluita väärinkäytetä. Kuten Amazonissa, hinnat ovat läpinäkyvät ja kaikkien nähtävillä. Hinnoittelu Herokussa eroaa hieman Amazoniin verrattaessa. Tietokannat ja lisäosat vuokrataan kuukausihinnoin. Heroku tarjoaa veloituksetta yhden verkkodynamometrin tai yhden työntekijädynamometrin asiakkaiden käyttöön 720 tuntia kuukaudessa. Ilmainen palvelu ei ole voimassa vain yhden vuoden ajan, kuten Amazon Web Servicessä. Myös Herokun lisäosista löytyy ilmaisia versioita. Heroku soveltuu hyvin pienille yrityksille, jos yritys vain on tarpeeksi pieni, että ilmaiset palvelut riittävät niiden tarpeisiin.

Yritys tarvitsee osaavan henkilöstön ottaakseen suurimman hyödyn irti Herokun palveluista. Jos yritys kykenee rakentamaan tarvitsemansa sovellukset itse, niin säästöt ovat ilmeiset. Heroku sopii erityisesti pienille ja uusille toimijoille kustannustehokkuuden vuoksi. Heroku tarjoaa asiakkaillensa suuren määrän erillisiä lisäosia, joten laajennusmahdollisuudet ovat suuret.

Herokun haittana voidaan nähdä tyypilliset PaaS-palveluiden riskit. Yritys voi lukittautua Herokuun, koska PaaS-ratkaisut ovat standardoimattomat.

## 7.3 Zoho

Toisin kuin muissa vertailukohteissa, Zohossa kirjautuminen ei vaadi asiakkaalta luottokorttitietoja. Kuten muissakin vertailukohteissa, hinnat ovat läpinäkyvät ja kaikille samat. Zohon hinnat ovat kuukausihinnoin, kuten Herokussa. Melkein jokaisesta Zohon palvelusta on saatavilla ilmainen versio. Tämä sopii hyvin pienille yrityksille, jos niiden tarpeet eivät ole suuret. Yleensä kuitenkin palveluista joutuu maksamaan, jos niistä aikoo saada hyötyä yrityskäytössä.

Zohon PaaS-palvelu ei vaadi asiakkaalta aiempaa tuntemusta koodauksesta, joten tämä soveltuu hyvin yrityksille, joissa henkilöstö ei omaa vielä tarvittavaa osaamista. Zoho soveltuu hyvin pienille yrityksille, koska kustomoinnin ja integroinnin tarve on

vähäinen, mikä tekee siitä nopeasti käyttöönotettavan. Vertailtavista pilvipalveluntarjoajista Zoho tukee parhaiten monikäyttöä.

Zohon tietokannat ovat edullisempia verrattuna Herokun tietokantoihin. Herokun tietokannat tosin tarjoavat paljon enemmän palveluita ja tallennustilaa, entä Zohon tietokannat. Pienille yrityksille Zoho soveltuu hinnoittelultaan parhaiten verrattuna Amazon Web Serviceen ja Herokuun. Zohon tarjoamilla palveluilla yrityksen ei tarvitse ostaa ja maksaa kalliista lisenssihjelmissä, vaan niitä voidaan käyttää huomattavasti halvemmalla Zohon kautta.

Zoho ei ole yhtä joustava verrattuna Amazon Web Serviceen, vaan se kärsii tyypillisistä SaaS-palveluiden rajoituksista.

## LÄHTEET

### **Painetut**

Heino, Petteri, 2010. Pilvipalvelut. Talentum.

Salo, Immo 2010. Cloud computing, palvelut verkossa. WSOY, Jyväskylä.

Vähimaa, Aleksi 2010. Tieto linjoille vaivatta. MikroBitti 8 2010, 60.

### **Painamattomat**

Abernethy, Michael 2011. Just what is Node.js? Luettu 16.3.2012  
<<http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-nodejs/>>

Amazon Web Services 2012a. Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2). Luettu 14.3.2012 <<http://aws.amazon.com/ec2/>>

Amazon Web Services 2012b. Elastic Load Balancing. Luettu 15.3.2012  
<<http://aws.amazon.com/elasticloadbalancing/>>

Amazon Web Services 2012c. Auto Scaling. Luettu 15.3.2012  
<<http://aws.amazon.com/autoscaling/>>

Amazon Web Services 2012d. Amazon Elastic Block Store (EBS). Luettu 15.3.2012  
<<http://aws.amazon.com/ebs/>>

Amazon Web Services 2012e. Amazon Simple Storage Service (Amazon S3). Luettu 15.3.2012 <<http://aws.amazon.com/s3/>>

Amazon Web Services 2012f. Amazon CloudWatch. Luettu 15.3.2012  
<<http://aws.amazon.com/cloudwatch/>>

Amazon Web Services 2012g. Amazon Mechanical Turk (beta). Luettu 15.3.2012  
<<http://aws.amazon.com/mturk/>>



Azure Advantage 2012. Cloud Computing. Luettu 18.3.2012  
 <<http://www.azureadvantage.co.uk/aboutazure/cloudcomputing/Pages/default.aspx>>

Biswas, Sourya 2011. A History of Cloud Computing. Luettu 5.3.2012  
 <<http://www.cloudtweaks.com/2011/02/a-history-of-cloud-computing/>>

Chou, Yung 2011. What Is Private Cloud. Luettu 18.3.2012  
 <<http://blogs.technet.com/b/yungchou/archive/2011/03/21/what-is-private-cloud.aspx>>

Cloud Computing: Advantages and Disadvantages 2012. Luettu 18.3.2012  
 <<http://techspeculum.blogspot.com/2012/02/cloud-computing-advantages-and.html>>

Czernicki, Bart 2011. IaaS, PaaS and SaaS Terms Clearly Explained and Defined. Luettu 18.3.2012  
 <<http://www.silverlighthack.com/post/2011/02/27/IaaS-PaaS-and-SaaS-Terms-Explained-and-Defined.aspx>>

Heroku 2011. Matz joins Heroku. Luettu 16.3.2012  
 <[http://blog.heroku.com/archives/2011/7/12/matz\\_joins\\_heroku/](http://blog.heroku.com/archives/2011/7/12/matz_joins_heroku/)>

Heroku 2011b. Heroku for Java. Luettu 16.3.2012  
 <<http://blog.heroku.com/archives/2011/8/25/java/>>

Heroku 2011c. Python and Django on Heroku. Luettu 16.3.2012  
 <[http://blog.heroku.com/archives/2011/9/28/python\\_and\\_django/](http://blog.heroku.com/archives/2011/9/28/python_and_django/)>

Heroku 2011d. Scala on Heroku. Luettu 16.3.2012  
 <<http://blog.heroku.com/archives/2011/10/3/scala/>>

Heroku 2012a. What is Heroku? Luettu 16.3.2012  
 <<http://about.heroku.com/>>

Heroku 2012b. Dedicated Databases. Luettu 19.3.2012  
 <<https://postgres.heroku.com/pricing>>

Heroku 2012c. What's Included? Luettu 19.3.2012

<<https://postgres.heroku.com/pricing>>

Heroku 2012d. postgres database as a service features. Luettu 20.3.2012

<<https://postgres.heroku.com/>>

Heroku 2012e. Moonshado SMS. Luettu 20.3.2012.

<<https://addons.heroku.com/moonshadosms>>

Heroku 2012f. Redis To Go. Luettu 20.3.2012

<<https://addons.heroku.com/redistogo>>

Heroku 2012g. Panda Stream. Luettu 20.3.2012

<<https://addons.heroku.com/pandastream>>

Heroku 2012h. Pricing. Luettu 30.3.2012

<<http://www.heroku.com/pricing>>

Hickey, Rich 2012. Clojure. Luettu 16.3.2012

<<http://clojure.org/>>

Kaiser, Tiffany 2012. Amazon Profit Drops in Q4 2011 Earnings Report. Luettu 14.3.2012

<<http://www.dailytech.com/Amazon+Profit+Drops+in+Q4+2011+Earnings+Report/article23907.htm>>

Lohr, Steve 2009. Zoho: Thriving Amid the Giants. Luettu 22.3.2012

<<http://bits.blogs.nytimes.com/2009/08/26/zoho-thriving-amid-the-giants/>>

Oracle 2012. What is Java technology and why do I need it? Luettu 16.3.2012

<[http://www.java.com/en/download/faq/whatis\\_java.xml](http://www.java.com/en/download/faq/whatis_java.xml)>

PostgreSQL 2012. About. Luettu 29.3.2012

<<http://www.postgresql.org/about/>>

Python 2012. What is Python? Executive Summary. Luettu 16.3.2012  
<<http://www.python.org/doc/essays/blurb.html>>

Rockstor 2012. Frequently Asked Questions on Fiber Channel. Luettu 16.3.2012  
<<http://www.rockstor.com/support/FAQ-fiber-channel.html>>

Ruby 2012. Ruby is... Luettu 16.3.2012  
<<http://www.ruby-lang.org/en/>>

Scala 2012. Introducing Scala. Luettu 16.3.2012  
<<http://www.scala-lang.org/>>

StarWind Software 2012. What is iSCSI Protocol? Luettu 16.3.2012  
<<http://iscsi.starwindsoftware.com/>>

Wauters, Robin 2010. Salesforce.com Buys Heroku For \$212 Million In Cash. Luettu 16.3.2012  
<<http://techcrunch.com/2010/12/08/breaking-salesforce-buys-heroku-for-212-million-in-cash/>>

Zoho 2010. Easy Online Word Processor - Create • Connect • Collaborate. Luettu 22.3.2012  
<<https://writer.zoho.com/home?serviceurl=%2Findex.do>>

Zoho 2011a. Online group chat made easy. Luettu 22.3.2012  
<<https://chat.zoho.com/login.jsp?serviceurl=%2Fmpchat.do>>

Zoho 2011b. Build Custom Apps like a Pro. Luettu 22.3.2012  
<<https://www.zoho.com/creator/>>

Zoho 2011c. Productivity Apps. Luettu 22.3.2012  
<<https://www.zoho.com/productivity-apps.html>>

Zoho 2011d. Zoho Creator Platform as a Service. Luettu 23.3.2012  
<<https://www.zoho.com/creator/why-paas.html>>

Zoho 2011e. Access databases from anywhere. Luettu 23.3.2012  
<<https://www.zoho.com/creator/migrate-msaccess-database.html>>

Zoho 2011f. Pricing & Sign Up. Luettu 23.3.2012  
<<https://www.zoho.com/creator/pricing.html>>

Zoho 2012a. About Us. Luettu 22.3.2012  
<<http://www.zohocorp.com/company.html>>

Zoho 2012b. Simple Online Document Management. Luettu 22.3.2012  
<<https://www.zoho.com/docs/>>

Zoho 2012c. Online Project Management & Planning Software. Luettu 22.3.2012  
<<https://www.zoho.com/projects/>>

Zoho 2012d. The perfect online accounting software. Luettu 22.3.2012  
<<https://www.zoho.com/books/>>

Zoho 2012e. Pricing. Luettu 1.4.2012  
<<https://www.zoho.com/docs/zoho-docs-pricing.html>>

Zoho 2012f. Pricing & Signup. Luettu 1.4.2012  
<<http://www.zoho.com/projects/zohoprojects-pricing.html>>

Zoho 2012g. Pricing. Luettu 1.4.2012  
<<http://www.zoho.com/books/pricing-plans.html>>